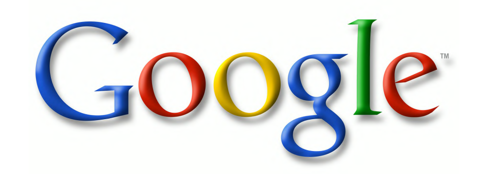


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

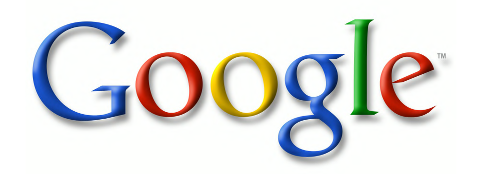
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

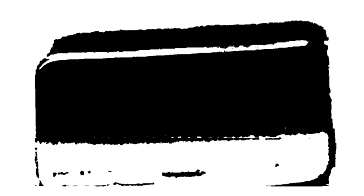
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



a39015 00005421 6b

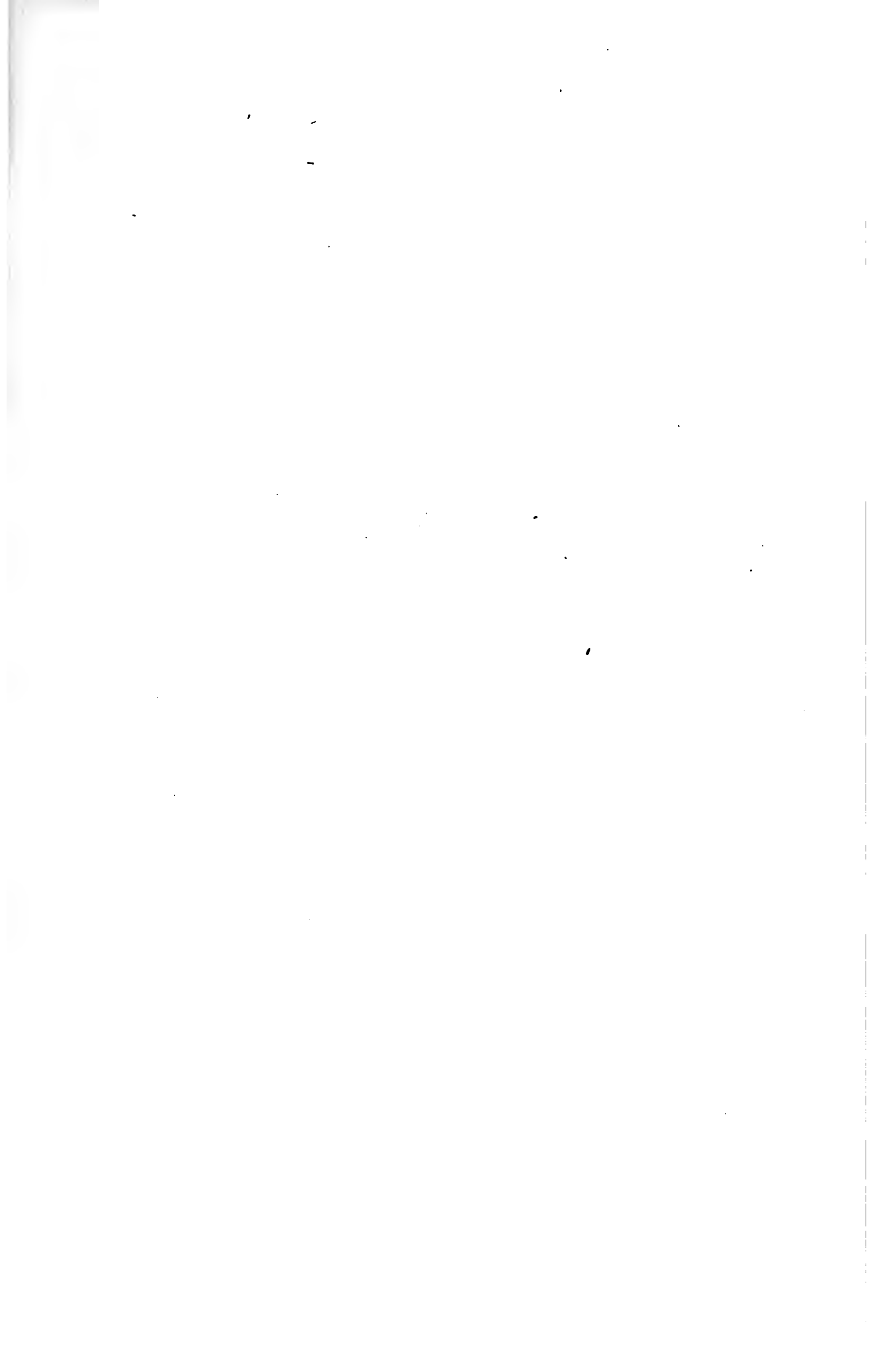

PROPERTY OF
University of
Michigan
Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS











Die

Krankheiten der Pflanzen.

Ein Handbuch

für Land- und Forstwirthe, Gärtner, Gartenfreunde und Botaniker

von

Dr. A. B. Frank,

außerordentlichem Professor an der Universität Leipzig, Custos des Universitätsherbariums daselbst und Mitgliede der Kaiserl. Leopoldinisch-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher.

Mit 149 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.



Breslau,
Verlag von Eduard Trewendt.
1880.

Sciew
SB
731
.T82

Vorrede.

Die Aufgabe des vorliegenden Buches ist, unsere Kenntnisse von **den Krankheiten** der Pflanzen in wissenschaftlicher Form darzustellen, **also ein möglichst** vollständiges Handbuch der Pflanzenpathologie zu **sein nicht bloß** für den Botaniker, sondern auch für alle diejenigen, **welche sich praktisch** mit der Cultur der Pflanzen beschäftigen.

Für alle Völker, welche Pflanzenbau treiben, und somit in erster Linie für uns Deutsche, hat nothwendig die Kenntniß der Pflanzenkrankheiten ein in hohem Grade praktisches Interesse, und der Wissenschaft fällt daher auf diesem Gebiete ganz besonders die Aufgabe zu, helfend und fördernd für die wichtigsten unmittelbaren Bedürfnisse und für die allgemeine Wohlfahrt einzutreten. Es muß also Bücher geben, welche die Pflanzenkrankheiten, ihre Ursachen und die Mittel, sie zu heilen oder zu verhüten, kennen lehren.

Von den bereits vorhandenen allgemeinen Werken über Pflanzenkrankheiten unterscheidet sich das vorliegende zunächst naturgemäß durch neueren Datum und konnte daher Vieles berücksichtigen, was seit der letzten derartigen Publikation — das letzte, allgemeine Werk über unseren Gegenstand, das Handbuch von Sorauer, ist 1874 erschienen — von Pflanzenkrankheiten neu aufgetreten oder genauer bekannt geworden ist. Meinem Plan gemäß soll sich aber das Buch von ähnlichen anderen hinsichtlich des Stoffes auch noch unterscheiden 1. dadurch, daß es sich nicht auf einen bestimmten Kreis sogenannter Culturpflanzen beschränkt, sondern das ganze Pflanzenreich gleichmäßig in Betracht zieht, 2. dadurch, daß es alle einzelnen Krankheitsgebiete gleichmäßig behandelt, also z. B. nicht die durch parasitische Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten allein oder in irgend bevorzugter

Weise zum Gegenstand nimmt, 3. durch möglichste Vollständigkeit auf jedem der einzelnen Krankheitsgebiete.

Was diesen Plan an sich anlangt, so bedarf er dem wissenschaftlichen Botaniker gegenüber nicht nur keiner Entschuldigung, sondern ist eigentlich der einzig correcte Weg für ein Handbuch der Pflanzenpathologie. Denn da die letztere ein Wissensgebiet innerhalb der Botanik ist, so muß auch für sie das Pflanzenreich ein in allen seinen Theilen gleichberechtigtes Ganze sein, und mancher tiefere und umfassendere Blick würde ihr verloren gehen, wenn sie sich in willkürlich gezogenen Grenzen beschränken wollte.

Aber auch für den Praktiker hielt ich es von der größten Wichtigkeit mich nicht auf unsere eigentlichen Culturpflanzen zu beschränken. Es leiteten mich dabei folgende Gründe. Erstens ist eine genaue Unterscheidung von Cultur- oder Nutzpflanzen und Nichtculturpflanzen unmöglich, wie z. B. bei den landwirthschaftlichen Futterpflanzen, insbesondere bei den zahlreichen Arten Gräser und Kräuter, welche den Bestand der Wiesen bilden und die alle hinsichtlich des Ertrages in Betracht kommen. Vom Standpunkte des Forstwirthes sind beinahe alle Holzgewächse Nutzpflanzen. Auch vermehrt sich die Zahl der Culturpflanzen immer noch; man denke an die zum Anbau als Gespinnstpflanze empfohlene Brennnessel, an die von Amerika ausgehenden Versuche, Heidelbeer- und Preußelbeersträucher im Großen zu cultiviren ꝛc., und unter den Zierpflanzen nimmt in noch höherem Grade die Zahl der Culturspecies stetig zu. Zweitens sind bereits schon mehrfach Krankheiten, die vorher nur auf wildwachsenden Pflanzen vorkamen, auf nahe verwandte Culturpflanzen übergegangen. Dies kann jederzeit auch noch künftig geschehen, und in sofern können auch Krankheiten wildwachsender Pflanzen einmal eine größere Bedeutung erlangen. Drittens kommen namentlich viele parasitäre, ansteckende Krankheiten auf Culturpflanzen und gewissen wildwachsenden Pflanzen zugleich vor, letztere können die ersteren anstecken. Man muß daher auch das Vorkommen auf diesen kennen, um über die Krankheit genau unterrichtet zu sein und erfolgreiche Gegenmaßregeln zu finden. Uebrigens sind Gelegenheiten denkbar, wo für den Praktiker auch Pflanzen, die nicht Culturpflanzen zu sein brauchen, in Betracht kommen; wenn es sich z. B. um die Bedingungen der Vegetation überhaupt handelt, oder wenn auf schädlichen Pflanzen, wie Unkräutern, Krankheiten ausbrechen, die

in diesem Falle willkommen und befördernswerth sein können. Endlich habe ich auch die Krankheiten ausländischer Pflanzen berücksichtigt, weil unter den letzteren viele sind, denen wir wichtige Naturprodukte verdanken.

Der Inhalt des Buches entspricht in der Hauptsache dem Stande, den die Wissenschaft bis zum gegenwärtigen Zeitpunkte erreicht hat. Die Pflanzenpathologie verdankt ihren jetzigen fortgeschrittenen Zustand besonders den lebhaften Forschungen, welche den Pflanzenkrankheiten erst in der neueren Zeit gewidmet wurden, seitdem die Pflanzenphysiologie, die mikroskopisch-anatomischen Untersuchungen und namentlich das Studium der Kryptogamen, besonders der Pilze, einen neuen Aufschwung genommen haben. Es haben denn auch hervorragende Leistungen ausgezeichneter Männer uns bereits über viele Pflanzenkrankheiten die klarsten Aufschlüsse gegeben. Allein die Aufgabe des Buches schien mir nicht bloß zu sein, das bis jetzt ermittelte Positive vorzuführen, sondern auch einestheils zur Erweiterung der Wissenschaft beizutragen, anderntheils die noch zu erledigenden Fragen zu bezeichnen und sie von den sicher erwiesenen Thatsachen abzugrenzen. In ersterer Beziehung wird man finden, daß mehrfach neue, bisher noch nicht oder kaum bekannte Pflanzenkrankheiten zur Kenntniß gebracht worden sind und daß auch überall da, wo die Unvollständigkeit unserer Kenntnisse einlud und ich Gelegenheit hatte weitere Forschungen anzustellen, dies nicht versäumt worden ist, sowie daß auch allerhand Erfahrungen über Auftreten von Krankheiten, die mir durch die Güte Anderer mitgetheilt wurden und die ich selbst am hiesigen Orte sowie auf Reisen machen konnte, erwähnt worden sind. Was zweitens die kritische Behandlung anlangt, so habe ich es als eine der wichtigsten Aufgaben betrachtet, Erwiesenes vom Unerwiesenen, Thatsachen von bloßen Vermuthungen oder Hypothesen zu sondern. Das ist außerordentlich nothwendig gerade auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, wo mehr als anderwärts dem Aberglauben, der Phantasie und dem unwissenschaftlichen Treiben der Laien Spielraum gelassen ist. Die Wissenschaft wird hier besonders bedroht durch eine Fluth kleinerer Special-Literatur, die unter scheinbar wissenschaftlicher Flagge mit dreisten Prätensionen auftritt, ohne nur den Schatten eines Beweises für ihre Behauptungen beizubringen, ja oft ohne nur eine Ahnung zu haben, wie man überhaupt einen solchen Beweis erbringt, weil dem Betreffenden die dazu

erforderlichen Kenntnisse abgehen. Gegen diesen Unfug ist das einzig richtige Verhalten, alles Derartige mit Stillschweigen zu übergehen. Aber innerhalb der Wissenschaft gilt es hauptsächlich die Grenzen zwischen sicher ermittelten Thatsachen und allem noch Zweifelhaften scharf zu bezeichnen und aus dem unmittelbar Beobachteten keine unberechtigten Schlüsse zu ziehen. Ich habe dies überall in der der Sache entsprechenden Weise zu thun gesucht. Sollte dieser kritische Standpunkt mitunter an Skepticismus angestreift sein, so halte ich dies nicht sowol im Interesse der rein wissenschaftlichen Betrachtung, sondern auch in demjenigen des Praktikers für keinen Fehler und glaube mich sicher zu wissen, daß ich den Leser auf den festen Boden wissenschaftlich begründeter Thatsachen stelle. So schien es mir denn auch meine Pflicht zu sein, bei gewissen Krankheiten lieber kein Gegenmittel anzugeben oder ausdrücklich den Mangel eines solchen zu constatiren, als welche zu nennen, die entweder gar nur auf der Einbildung des Volkes oder vorerst doch nur auf wissenschaftlichen Hypothesen beruhen und deren Anwendung daher vielleicht nutzlose Mühe und Kosten verursachen würde; oder ich habe wol diesem oder jenem Mittel Aussicht auf Erfolg versprochen unter der ausdrücklichen Voraussetzung, daß gewisse noch unerwiesene Verhältnisse sich bewahrheiten sollten. Wo aber rationell begründete Mittel vorhanden sind, habe ich sie genügend bezeichnet, und nur da, wo sie aus der dargelegten Krankheitsgeschichte sich ganz von selbst ergeben, die Ergreifung der geeigneten Maßregeln dem Urtheile des Lesers überlassen.

Was im Uebrigen die Behandlung des Themas, insbesondere die Eintheilung desselben anlangt, so verweise ich auf das in der Einleitung Gesagte und bemerke nur noch, daß ich durch ein sehr vollständiges Register die Brauchbarkeit des Buches zu erhöhen gesucht habe, indem ich darin nicht nur die Namen der Krankheiten sowie der schädlichen Thiere, Pilze und andern Krankheits-Ursachen, sondern auch die Namen der Pflanzen selbst, von denen Krankheiten besprochen sind, aufgenommen habe, letzteres zu dem Zwecke, um den Benutzer in den Stand zu setzen die ihm vielleicht unbekannte Krankheit einer ihm vorliegenden Pflanze desto leichter auffinden zu können. Ueber das Ganze wird man sich durch das Inhaltsverzeichniß und im Texte selbst durch die Columnentitel, durch die Ueberschriften der einzelnen Abschnitte, Kapitel, Absätze u. s. w., sowie namentlich durch die in großer Zahl angebrachten Marginal-

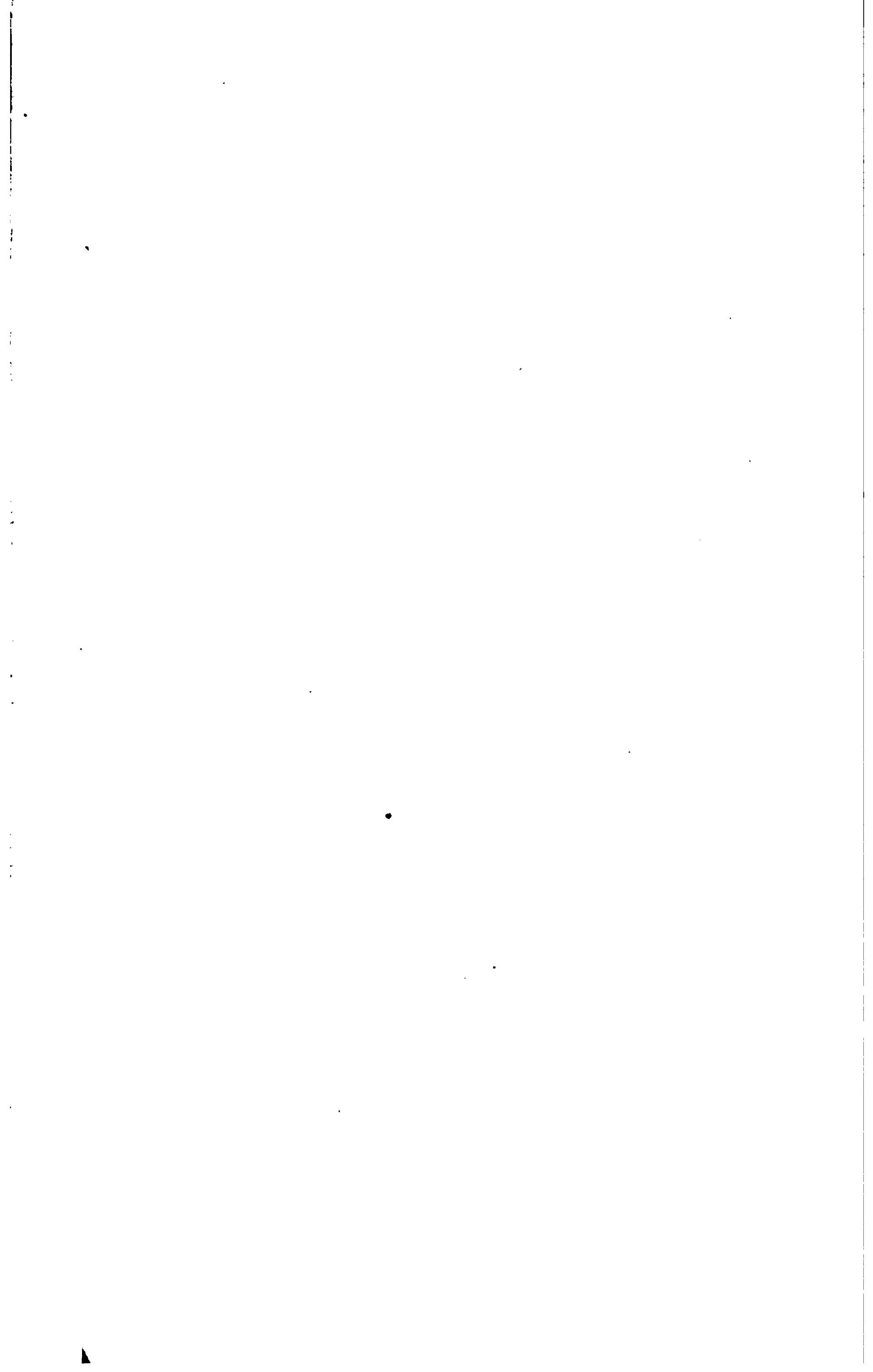
bemerkungen schnell und leicht orientiren. Die in den Text gedruckten Holzschnitte, die meist nach meinen nach der Natur angefertigten Originalzeichnungen hergestellt sind, werden zum Verständniß der Sache beitragen.

Trotz des guten Willens die vorhandene wissenschaftliche Literatur so vollständig wie möglich zu benutzen, könnte, da der auf die Pflanzenkrankheiten bezügliche Literaturschatz ungemein zerstreut ist und sogar auf entlegenere Wissensgebiete sich erstreckt, einzelnes mir entgangen sein, und ich würde mich Jedem verbunden fühlen, der mich auf Lücken aufmerksam machen sollte. Selbstverständlich konnten die allerneuesten Publikationen nicht mehr berücksichtigt werden. Seit dem Jahre 1876 ist an der Fertigstellung des Manuscriptes gearbeitet worden. Was in den folgenden Jahren erschienen ist, ließ sich daher nicht mehr überall zur Geltung bringen. Außer kleineren Abhandlungen in Zeitschriften, bezieht sich das besonders auf Sorauer's Obstbaumkrankheiten und R. Hartig's Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München. Diese Untersuchungen und inzwischen selbst gemachte Erfahrungen haben mich nur noch mehr in der Ansicht bestärkt, daß der Krebs der Bäume, über dessen Ursache so viel geschrieben und gestritten worden ist, eine Krankheitsform ist, welche durch eine ganze Reihe der verschiedenartigsten Ursachen bewirkt werden kann. Ich würde daher auch jetzt dieser Ansicht einen noch viel bestimmteren Ausdruck geben, als es im Buche geschehen ist. Die Wissenschaft kennt eben keinen Stillstand, und ihre stete Weiterentwickelung muß daher auch immer nach einiger Zeit unsere Anschauungen erweitern.

Schließlich sage ich allen Herren, die mich durch ihre Erfahrungen und Beobachtungen, sowie durch Mittheilungen aller Art unterstützt haben, meinen besten Dank.

Leipzig, im September 1880.

Der Verfasser.



Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Die **Krankheiten** der Pflanzen sind Gegenstand einer besonderen Wissenschaft innerhalb der Botanik, welche die Lehre von den Pflanzenkrankheiten, Pflanzenpathologie oder Phytopathologie heißt.

Wissenschaft.

Gesundheit und Krankheit bezeichnen Zustände, die ohne Grenze in einander übergehen. Ob ein Individuum gesund oder krank zu nennen ist, läßt sich sogar im Pflanzenreiche oft noch weniger entscheiden als im Thierreiche. Denn diejenige Abhängigkeit des ganzen Organismus von den einzelnen Organen und umgekehrt, wie sie im thierischen Körper uns entgegentritt, finden wir bei der Pflanze nicht. Hier giebt es kein von einem Centralorgan geleitetes und den ganzen Organismus beherrschendes Nerven- und Blutgefäßsystem, sondern die Lebenserscheinungen setzen sich nur aus der physiologischen Thätigkeit der einzelnen Zellen zusammen. Während am thierischen Körper fast jede Beschädigung oder Störung eines Organs mehr oder minder den Gesammtorganismus in Mitleidenschaft zieht, können wir bei der Pflanze einzelne Organe vom Körper trennen, z. B. Zweige vom Stamm, Blätter von den Zweigen, einzelne Theile von den Blättern, ohne daß dadurch sowohl das direkt verletzte Organ als auch der Gesammtorganismus seine Lebensfähigkeit einbüßt, ja oft ohne daß dadurch die Lebenserscheinungen merklich verändert werden. Wenn daher solche einzelne Organe durch einen Krankheitsprozeß zerstört werden, so braucht der allgemeine Zustand des ganzen Individuums dadurch nicht afficirt zu werden; und doch haben wir es mit einer Pflanzenkrankheit zu thun. Wir sind daher in der Phytopathologie ganz besonders und in erster Linie auf die krankhaften Beschaffenheiten und Thätigkeiten der Pflanzentheile hingewiesen und haben nach dem Individuum erst an zweiter Stelle zu fragen. Wenn wir finden wollen, ob etwas an einer Pflanze in diesem Sinne krankhaft ist, so ist das nur

Begriff der Krankheit.

möglich durch Vergleichung mit den anderen Individuen derselben Species, und wir müssen dann Krankheit jede Abweichung von den normalen Zuständen der Species nennen. Denn da die Arten unter einander verschieden sind, so kann ein Zustand bei einer Pflanze abnorm also krankhaft sein, der bei einer anderen Species normal ist, z. B. der Mangel der grünen Farbe.

Teratologie.

In der Botanik unterscheidet man gewöhnlich von der Pathologie die Teratologie oder die Lehre von den Bildungsabweichungen. Nach der soeben gegebenen Definition von Krankheit müssen aber auch die Abnormitäten der Gestalten der Pflanzentheile zur Pathologie gerechnet werden. Und in der That muß man, da die gestaltlichen Bildungsprocesse mit zu den Lebenserscheinungen gehören, auch die Abweichungen derselben als etwas Krankhaftes bezeichnen. Ja in vielen Fällen treten morphologische Veränderungen im Gefolge anderer pathologischer Zustände auf; so können Ernährungsanomalien die mächtigsten Wirkungen auf die Bildungsthätigkeit der Pflanze ausüben, und bei manchen Krankheiten, z. B. bei vielen durch Parasiten hervorgerufenen, sind teratologische Merkmale die eigentlichen charakteristischen Symptome der Krankheit. Man könnte also wohl die Bildungsabweichungen der Pflanzen zum Gegenstand einer besonderen Darstellung machen, und diese als Teratologie bezeichnen, aber wo es sich um die Pathologie handelt, darf die Teratologie nicht außer und neben ihr stehen.

Variationen.

Von den pathologischen Veränderungen sind nicht immer streng die Variationen der Pflanze zu scheiden, die größtentheils zu den normalen Formen der Species gehören. Manche durch Kultur erzeugte Varietäten haben indeß wirklich pathologische Merkmale, d. h. solche, mit welchen eine Unterdrückung oder Beeinträchtigung normaler Lebensprocesse verbunden ist, z. B. der Blumenkohl, die Varietäten mit panachirten Blättern, gefüllten Blüten. Andererseits gelten uns manche durch Cultur erzeugte Varietäten ohne pathologische Merkmale so sehr als Norm, daß wir unwillkührlich geneigt sind, das Zurückschlagen auf die Zustände, welche die Species in der Wildniß zeigt, die aber auch nicht pathologisch sind, als abnorm und krankhaft zu betrachten, z. B. das Dünn-, Holzig- und Zuckerarmwerden der Möhrenwurzeln, das Steinigwerden des Kernobstes. Es könnte also vorkommen, daß man eine und dieselbe Pflanze bald für krank, bald für gesund erklärt, je nachdem man sich auf den Standpunkt des Pflanzenzüchters oder des theoretischen Botanikers stellt.

Formen der Symbiose.

Auch nach einer anderen Richtung hat der Begriff der Pflanzenkrankheit keine Grenze, nämlich in Bezug auf die verschiedenen Formen der Symbiose, von welchen der Parasitismus nur ein besonderer aber nicht scharf abgegrenzter Fall ist. Viele Parasiten bringen zwar an den

Pflanzen ausgeprägt krankhafte Effecte hervor, die meist die Zerstörung der befallenen Theile zur Folge haben. Aber es giebt auch Schmarotzer, bei denen der ergriffene Pflanzentheil nicht zerstört wird, sondern am Leben bleibt, sich sogar, wenn er dessen überhaupt fähig ist, dauernd verjüngt, aber unter abnormen Gestaltsverhältnissen und oft unter abnorm gesteigerter Production von Pflanzensubstanz: Parasit und Pflanzentheil sind zu einer Bildung vereinigt, in welcher beide zusammen leben können (z. B. Hexenbesen der Weißtanne, Wurzelknöllchen der Leguminosen und Erlen, Luftwurzeln von Laurus canariensis, die meisten durch Thiere verursachten Gallen). Trotzdem gehören auch diese Erscheinungen noch in die Pathologie, weil es sich hier um abnorme Bildungen an der übrigens normalen Nährpflanze handelt, und weil die neuen Organe nicht mehr im Dienste der Pflanze allein stehen, sondern hauptsächlich für die Ernährung des Parasiten bestimmt sind, also für das Individuum einen Substanzverlust bedeuten, der auf den normalen Theil desselben um so schädlicher zurückwirken wird, eine je größere Anzahl solcher Bildungen die Pflanze ernähren muß. Es giebt aber auch Fälle, wo der Parasit sich mit der ganzen Nährpflanze derart associirt, daß beide sich gegenseitig ernähren und mit einander gedeihen, daß sie gleichsam als ebenbürtige Componenten zu einem Organismus, zu einem Pflanzenindividuum zusammengesetzter Art sich vereinigen. Diese Doppelwesen, welche bisher sogar als eigene und normale naturhistorische Arten betrachtet wurden (Lichenen), können jedenfalls nicht als pathologische Objecte gelten.

Wesen, Symptome und Ursache der Krankheit.

Bei jeder Krankheit ist zu unterscheiden: a) das Wesen derselben, d. h. die Abweichungen des Lebens vom normalen Zustande, b) die Symptome, d. h. die äußeren Zeichen, die Merkmale der Krankheit, überhaupt die wahrnehmbaren Veränderungen der Pflanze, welche mit der Krankheit verbunden sind, und c) die Krankheitsursache. Häufig hat der Sprachgebrauch nach den Symptomen, da sie das sind, was sich zunächst der sinnlichen Wahrnehmung darbietet, die Krankheiten mit Namen belegt. Aber diese Bezeichnungen sind oft ungenügend und können Irrthum veranlassen. Denn irrthümlich wäre es, aus den gleichen Symptomen auf dieselbe Ursache zu schließen. Nicht selten sind die Symptome bei verschiedenen Krankheitsursachen gleich. Dies gilt z. B. von den Bezeichnungen Fäule, Gelbsucht, Blattfleckenkrankheit. Fäulnißprocesse können die Folge sein von Tödtung durch Verwundung oder durch ungünstige Temperaturverhältnisse oder durch Erstickung bei ungenügender Zufuhr sauerstoffhaltiger Luft oder durch Schmarotzerpilze, welche sich in dem Pflanzentheile angesiedelt hatten. Das Unterbleiben der Chlorophyllbildung, beziehendlich die vorzeitige Zerstörung des gebildeten Chlorophylls, wobei *normal grüne* Theile gelb aussehen, kann eintreten bei Lichtmangel, aber

auch bei ungünstigen Temperaturverhältnissen, ferner bei ungenügender Ernährung, nämlich wenn Eisen unter den Nährstoffen fehlt, desgleichen auch oft wenn die Pflanze in Folge von Dürre vorzeitig dahinsiecht, endlich ist es das hauptsächliche Symptom beim Auftreten gewisser Schmarotzerpilze und einiger parasitischer Thiere. Gebräunte, vertrocknete Blattflecken können das Zeichen verschiedenartiger pathogener Einflüsse sein, sie rühren bald von Ernährungsanomalien, bald von Frostwirkungen, bald von Verletzungen durch kleine Thiere her und werden endlich durch eine große Anzahl verschiedener Schmarotzerpilze verursacht.

Aufgabe der Pflanzenpathologie.

Die **Aufgabe der Pflanzenpathologie** ist eine dreifache. Sie belehrt 1. über das Wesen und die Symptome jeder Pflanzenkrankheit und stellt so die reine Pathologie dar, 2. über die Krankheitsursachen, in welcher Beziehung sie auch als **Aetiologie** bezeichnet wird, 3. über die Mittel zur Heilung und Verhütung der Krankheiten (**Therapie** und **Prophylaxis**). Bei der Darstellung hat die Pflanzenpathologie die Krankheiten einzeln zu besprechen und bei jeder das Pathologische, Aetiologische und die auf Therapie und Prophylaxis bezüglichen Angaben zusammen aufzuführen.

Eintheilung der Pflanzenkrankheiten.

Eine wissenschaftlich geordnete **Eintheilung der Pflanzenkrankheiten** könnte man nicht gewinnen, wenn man dieselben nach den Pflanzenarten, an denen sie vorkommen, aufzählen wollte, weil gewisse Krankheiten fast alle Pflanzen befallen können, andere wenigstens vielen Gattungen eigen sind, und sehr nahe verwandte Krankheiten an den verschiedensten Pflanzen auftreten. Auch eine Eintheilung nach den Organen, wie in der thierischen Pathologie, wo man von Hautkrankheiten, Krankheiten der Respirationsorgane, der Verdauungsorgane, des Nervensystems 2c. spricht, führt hier nicht zum Ziele. Bei den Pflanzen sind ja meistens derartige functionell bestimmt charakterisirte Organe nicht vorhanden; so findet z. B. Respiration in allen Theilen der Pflanze statt, zur Ernährung tragen sehr verschiedenartige Theile der Pflanze bei, 2c. Und selbst wenn man die Krankheiten eintheilen wollte in solche der Wurzeln, der Stengel, der Blätter, der Blüten, der Früchte, so würde man an jedem Orte fast immer wieder dieselben oder ähnliche pathologische Erscheinungen wiederholen müssen. Denn zahlreiche krankmachende Einflüsse wirken eben auf alle Theile der Pflanze ein und können an allen dieselben oder analoge Erscheinungen hervorbringen. Bei allen Organen der Pflanze tritt, wenn es sich um Einwirkungen der Außenwelt handelt, doch immer die Zelle in den Vordergrund, und da sie es ist, die alle Organe zusammensetzt und die in jedem Organ immer in denselben wesentlichen Eigenschaften auftritt, so erleidet sie durch irgend ein schädliches Agens eben auch in jedem Organe sehr oft ungefähr dieselbe Veränderung. Eine brauchbare wissenschaftliche Classification der

Pflanzenkrankheiten ist allein die nach den Krankheitsursachen. Dies würde nun aber nicht möglich sein, wenn wir nicht von der weitaus größten Zahl der Pflanzenkrankheiten die Ursachen anzugeben vermöchten. In dieser Beziehung ist die Pathologie der Pflanzen gegen die thierische vielfach im Vortheil. Denn bei der einfacheren Organisation der Pflanze aus Zellen, deren Lebenserscheinungen nicht durch andere Organthätigkeiten complicirt werden und die alle der Beobachtung sich leicht zugänglich machen lassen ohne hierbei ihre Beschaffenheit erheblich zu ändern, ist hier nicht bloß das Wesen der Krankheit meist klar zu erkennen, sondern wir können auch oft die Krankheit als die unmittelbare Folge der Einwirkung bestimmter äußerer Agentien nachweisen, theils durch Untersuchung der Entwickelungsstadien einer vorhandenen Krankheit, theils dadurch daß sich die Krankheit absichtlich und künstlich erzeugen läßt, wenn wir die Pflanze den fraglichen Einflüssen aussetzen. Diese klaren Beziehungen zwischen Ursache und Folge im Bereiche der Pflanzenkrankheiten gelten nicht bloß von den meisten Einwirkungen der anorganischen Natur, sondern, was in der Thierpathologie vielfach noch ganz verschleiert ist, auch von den Contagien. Die ansteckenden Krankheiten der Pflanzen sind alle parasitärer Natur, und die Parasiten der Pflanzen sind mit wenigen Ausnahmen in ihrer Entwickelung unschwer zu verfolgen. Denn hier handelt es sich nicht um jene auf der Grenze der Beobachtung stehenden Wesen, die Bakterien, welche vorzugsweise die Parasiten des thierischen Körpers sind. Die Sporen der pflanzenbewohnenden Schmarotzerpilze, welche das eigentliche Contagium bilden und die Krankheit auf andere Individuen übertragen, sind, wenn auch mikroskopische, doch meistens verhältnißmäßig große Gebilde, die sich, wenn sie auf eine Pflanze übertragen worden sind, meist genau in ihrer Keimung, in der Art und Weise des Eindringens ihrer Keime in die Pflanze und in ihrer Weiterentwickelung in derselben verfolgen lassen. Nur eine verhältnißmäßig kleine Anzahl von Pflanzenkrankheiten giebt es, deren Ursache noch nicht sicher ermittelt ist. Wenn wir die Krankheiten nach ihren Ursachen eintheilen, so dürfen wir die letztgenannten vorläufig an derjenigen Stelle aufführen, wohin sie vermuthungsweise gehören, wenn wir nur den Mangel des Beweises hervorheben.

Giebt es innere Krankheitsursachen?

Bei der Frage nach den Krankheitsursachen interessirt es zunächst, zu wissen, ob der pflanzliche Organismus nur durch außerhalb desselben liegende Ursachen krankhaft afficirt wird, oder ob man auch Krankheitsursachen annehmen muß, welche im Organismus selbst gegeben sind. Von solchen redet die thierische Pathologie allerdings, indem sie dieselben als Krankheitsanlage oder Disposition zur Krankheit bezeichnet, und diesen die äußeren Einflüsse, unter denen eine solche Krankheit auftritt, als Gelegenheitsursache gegenüberstellt. In diesen Fällen giebt es in der

That auch keine bestimmte Beziehung zwischen dem äußeren Impuls und der Krankheitsart. Dort kann ein und derselbe äußere Einfluß, z. B. schneller Wechsel der Temperatur, bei dem einen Individuum Katharr bei einem andern Rheumatismus, bei einem dritten gastrisches Fieber, bei einem vierten eine exanthemische Krankheit erzeugen. Es wird ein gesunder Organismus vorausgesetzt, aber mit der schlummernden Anlage zu einer Krankheit, welche, durch den äußeren Impuls geweckt wird. Mag diese Auffassung zutreffend sein oder nicht, genug im Pflanzenreiche ist etwas hiermit übereinstimmendes nicht zu finden. Wenn z. B. eine in schwachem Lichte oder in wasserdunstreicher Luft gezogene Pflanze den Einwirkungen der Trockenheit oder der Kälte weniger widersteht als die unter anderen Verhältnissen erwachsenen Individuen derselben Pflanzenart, so ist das etwas anderes; denn unter jenen Verhältnissen ist die Pflanze schon krankhaft verändert worden, und wir können von diesen Veränderungen genaue Rechenschaft geben. Daß aber unter ganz gleichen äußeren Verhältnissen verschiedene auf gleicher Entwickelungsstufe stehende Individuen einer Species durch ein und dasselbe Agens verschiedene Krankheiten bekommen, ist bei den Pflanzen unerhört. Im Gegentheil, wir können, wenn uns die Species in dieser Beziehung bekannt ist, mit Sicherheit voraussagen, welche Folge ein bestimmter schädlicher Einfluß unter gleichen Umständen an jedem Individuum hervorbringen wird. Daß verschiedene Species wegen ihres ungleichen Naturells einem und demselben Agens gegenüber sich verschieden verhalten, davon ist hier nicht die Rede, und das ist im Thierreiche ebenso der Fall wie im Pflanzenreiche. Die oben erwähnte Thatsache beweist also nicht, daß im Organismus der Pflanze eine Disposition zur Erkrankung verborgen sein könne. Aber ein anderer Umstand könnte den Gedanken erwecken, daß bei den Pflanzen in der Constitution begründete, durch keine äußeren Einflüsse verursachten Krankheiten existiren. Es sind dies gewisse Varietäten mit pathologischen oder teratologischen Merkmalen, welche sich mit diesen Merkmalen durch Samen fortpflanzen lassen. Diese Thatsache, welche also jedenfalls beweist, daß abnorme Merkmale auch bei Pflanzen erblich werden können, ist besonders von Godron[1]) an manchen Mißbildungen constatirt worden, z. B. von Ranunculus arvensis, der aus gewöhnlichen stacheligen Früchten mehrere Generationen hindurch Pflanzen mit glatten Früchten ergab, von Datura Tatula, welche aus Samen von Pflanzen mit normal stacheligen Kapseln mehrere Jahre constant Pflanzen lieferte, denen die Stacheln an den Früchten fehlten, von Corydalis cava, welche 5 Generationen hindurch statt der zygomorphen Blüten actinomorphe, zweigespornte Blüten bil-

---

[1]) Des races végétales etc. Nancy 1874.

tete. Ebenso hat man aus den Samen, welche eine Lobelia Erinus lieferte, die abnormer Weise 3 Cotyledonen besaß, ungefähr eben so viel Individuen wieder mit 3, als mit 2 Cotyledonen erhalten[1]). Aehnliche Beispiele der Erblichkeit von Bildungsabweichungen ließen sich auch aus den in den letzten Jahren von Hoffmann in der Botanischen Zeitung veröffentlichten Culturversuchen herauslesen. Godron hat daher in Hinblick auf diese Erscheinungen von teratologischen Racen gesprochen. Noch bemerkenswerther ist eine Racenbildung durch Vererbung wirklich pathologischer Zustände, welche, wenn sie in hohem Grade auftreten, sogar tödtlich werden können. Es ist dies die Erblichkeit der Panachirung der Blätter, einer in partieller Chlorose oder Icterus bestehenden Krankheit, die an vielen Zierpflanzen bekannt ist. Aus Morren's[2]) Versuchen geht hervor, daß sich diese Erscheinung vielfach durch Samen reproduciren läßt, also wirklich vererbbar ist, und daß man also hier von wahren pathologischen Racen reden kann. Wir werden diese Thatsachen richtig würdigen und das allgemeinere Gesetz finden, unter welches sie gehören, wenn man sie zu den Erscheinungen der Variation rechnet. Denn diese teratologischen und pathologischen Racen sind nachweislich aus der normalen Form der Species hervorgegangen und lassen sich immer von Neuem aus derselben gewinnen. Variation ist aber die in der Pflanzennatur begründete Fähigkeit, überhaupt neue Merkmale anzunehmen, ganz ohne Rücksicht auf die Qualität dieser Merkmale. Es brauchen beim Variiren der Pflanzen nicht immer nur solche neue Eigenschaften aufzutreten, welche vortheilhaft für die Lebensthätigkeiten der Pflanze sind. Vielmehr liegt im Begriffe des Variirens ebensowol das Auftreten von Eigenschaften, die in irgend einer Beziehung den Lebenszwecken der Pflanze nicht entsprechen. Daß neu erworbene Merkmale vererbt werden können, ist ebenfalls eine bekannte Thatsache, und auch hierbei ist die Qualität derselben irrelevant. Es ist also nichts Befremdendes, daß auch Merkmale von teratologischem oder pathologischem Charakter vererbbar sind. Sich selbst überlassen werden solche Formen natürlich bald wieder verschwinden; aber ebenso selbstverständlich ist es, daß sie, wenn der Pflanzenzüchter sie absichtlich auswählt, sich erhalten und zu wirklichen Racen ausbilden, dafern nur ihre pathologischen Merkmale von einer Art oder von einem Grade sind, daß das Leben dadurch nicht ohne weiteres gehemmt wird. Von dem Gesichtspunkte des Variirens aus würde man auch die Behauptung aussprechen können, daß Pflanzen eine Neigung oder Prädisposition zu einer Krankheit sich aneignen, mit anderen

---

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin, 16. Nov. 1869.

[2]) Hérédité de la Panachure. Bruxelles 1865. Aus den Bull. de l'acad. roy. de Belgique, 2. sér. T. XIX. Nr. 2.

Worten, daß sie gewisse neue Eigenschaften annehmen können, mit denen sie einem krankmachenden Einfluß weniger zu widerstehen vermögen. Allein wo irgend etwas derartiges vorkommen sollte, berechtigt nichts zu der Annahme, daß in diesen neuen Eigenschaften selbst etwas Krankhaftes liegt. Größere Dünne der Cuticula oder der Korkschicht, größere Zartheit der Zellmembranen und Aehnliches könnten vielleicht parasitischen Pilzen das Eindringen und die Verbreitung in der Nährpflanze erleichtern. Pflanzen mit solchen Eigenschaften würden also dann leichter von Krankheiten, die durch jene Parasiten verursacht werden, ergriffen werden. Das häufigere Erkranken gewisser Kartoffelsorten an der Kartoffelkrankheit ist vielleicht auf diese Weise zu erklären. Pflanzen mit später oder langer Entwickelungsperiode, wo die Theile erst spät im Jahre ihre Reifebildung erreichen, können den ersten Fröstem leichter erliegen als wenn unter sonst gleichen Umständen ihre Vegetation früher abgeschlossen ist. Diese für die Praxis höchst beachtenswerthen Thatsachen weisen jedoch nur auf an sich normale Eigenschaften hin, die zahlreiche andere Pflanzen auch haben und die unter gewissen Umständen einem schädlichen Einfluß nur geeignetere Angriffspunkte bieten, sie dürfen also nicht als Beweis einer im Organismus begründeten Krankheitsanlage angesehen werden, ebenso wenig wie die Thatsache, daß der Körper des Kindes gewissen äußeren Einflüssen schlechter widersteht als der Körper des Erwachsenen oder daß er für Kinderkrankheiten, gegen welche Erwachsene geschützt sind, empfänglich ist.

Noch in einigen anderen Fällen kann die nächste Ursache der Krankheit in der Pflanze selbst gesucht werden, wenngleich die entferntere Ursache immer wieder auf eine Action von außen hinweist. Es handelt sich um diejenigen Störungen oder Schwächungen des Lebensprocеßes, welche die Folgen einer zur unrechten Zeit sistirten Entwickelung oder einer unpassenden sexuellen Verbindung sind. Es ist bekannt, daß unreife Samen, selbst solche, die noch weit hinter dem ausgebildeten Zustande zurück sind und nur Bruchtheile des Gewichtes des normalen Samens betragen, dennoch keimfähig sind, aber Pflanzen liefern, die, wenn sie auch schließlich ihre vollständige Ausbildung erreichen, doch anfangs sehr kümmerlich sich entwickeln, auch wenn alle äußeren Bedingungen normaler Entwickelung gegeben sind. Und bei der Bastardirung treten an den Nachkommen oft neue Merkmale auf, von denen einige entschieden krankhafter Natur sind, wie vorzugsweise die mangelhafte Bildung oder das gänzliche Fehlschlagen der Sexualorgane, nämlich der Pollenzellen und der Samenknospen, oder die Schwächung der Zeugungskraft, die sich in mangelhafter Ausbildung der Samen kund giebt.

Aeußere Krankheitsursachen.

Die äußeren Krankheitsursachen der Pflanzen liegen 1. in Einflüssen der anorganischen Natur. Zu diesen gehören die Atmosphärilien, als Licht,

Temperatur, **Chemismus** der Luft und Witterungsphänomene, und der Boden in mechanischer, chemischer und physikalischer Hinsicht. 2. in Einflüssen, welche von anderen Pflanzen, insbesondere parasitischen herrühren. 3. in Einwirkungen seitens der Thierwelt, einschließlich der von Menschenhand herrührenden. Durch diese drei Klassen sind offenbar alle denkbaren äußeren Einflüsse, welche Krankheiten hervorrufen können, erschöpft.

Ermittelung der Krankheitsursache.

Ermittelung der Krankheitsursache. Da die Pflanze unter allen Umständen den vereinigten Einflüssen der einzelnen Agentien der anorganischen Natur ausgesetzt ist, so gilt es immer den krankmachenden Einfluß herauszufinden, wenn uns die Ursache einer Krankheit unbekannt ist. Dazu bedarf es einer doppelten Erhebung. Wir wissen aus geeigneten physiologischen Versuchen, welche Wirkung jeder der fraglichen Factoren für sich allein, wenn er sich zu einem schädlichen Einflusse gestaltet, auf die Pflanze hervorbringt. Wir müssen daher zunächst das Wesen der vorliegenden Krankheit feststellen und werden dann durch den Vergleich mit jenen bekannten Thatsachen finden, welchen Einflüssen die Krankheit zugeschrieben werden **könnte**. Denn nicht immer sind die Symptome einer Krankheit derart, daß wir durch sie allein schon unzweifelhaft auf die Krankheitsursache gewiesen werden, weil sehr verschiedenartige schädliche Agentien dieselbe Wirkung an der Pflanze hervorbringen können. Es muß daher auch eine Berücksichtigung und Untersuchung der äußeren Verhältnisse, denen die kranke Pflanze ausgesetzt ist oder war, stattfinden, um zu ermitteln, welcher der äußeren Factoren eine Veränderung erfahren hat, die schädlich auf die Pflanze wirken mußte. Es ist begreiflich, daß diese Auffindung je nach der Art des störenden Einflusses bald leichter bald schwieriger sein wird. Verhältnisse der Beleuchtung, extreme Temperaturen, grobe Verwundungen sind so offenbar, daß wo sie die Krankheitsursachen sind, die Entscheidung nicht schwer ist. Unter den mannichfaltigen chemischen und physikalischen Einwirkungen des Bodens ist es dagegen oft nicht leicht, das Uebel zu entdecken, und hier müssen uns oft die vorliegenden Symptome selbst als Wegweiser dienen. Um so wichtiger ist es, durch die Physiologie und Pathologie zu erfahren, welche Wirkungen jeder einzelne Factor der Einflüsse des Bodens auf das Pflanzenleben hervorbringt. Ungleich leichter ist im Allgemeinen die Ermittelung der Krankheitsursache, wo der Einfluß eines Parasiten vorliegt. Denn das fremde pflanzliche oder thierische Wesen ist am oder im Körper der Pflanze in der Regel leicht aufzufinden. Darum ist die Aufsuchung der unbekannten Ursache einer Pflanzenkrankheit, dafern sie sich nicht aus den Umständen schon von selbst ergiebt, am besten mit der Nachforschung nach etwaigen Parasiten zu beginnen, weil man, wenn solche sich als Ursache der Krankheit herausstellen, der oft schwierigeren Aufsuchung der krank-

machenden Einflüsse der anorganischen Natur überhoben ist. Aber auch der Nachweis von Parasiten als Krankheitserreger erheischt ein kritisches Vorgehen. Pflanzliche wie thierische Organismen kommen an Pflanzen in reicher Menge vor, ohne darum Parasiten zu sein und Krankheiten zu verursachen. An Pflanzentheilen, die bereits abgestorben sind, siedeln sich allerlei Fäulnißbewohner an, sowol Pilze als Thiere. Diese sind nicht einmal immer generisch verschieden von wirklichen Parasiten. So giebt es saprophyte Pilzformen, die mit Schmarotzerpilzen sehr nahe verwandt sind, und ebenso kommen z. B. Anguillulen als Fäulnißbewohner in verdorbenen Pflanzentheilen vor, welche naturhistorisch überaus ähnlich den ächten parasitischen Aelchen sind, welche bestimmte Krankheiten veranlassen. Wenn man also bei einer Pflanzenkrankheit, bei welcher gewisse Theile verdorben sind, in diesen verdorbenen Theilen Fäulniß-Organismen auffindet, so würde es ein Irrthum sein, denselben die Schuld an der Krankheit zuzuschreiben; sie haben sich in dem Pflanzentheile erst angesiedelt, nachdem er in Folge einer Krankheit abgestorben war. Um also hier sicher zu gehen, ist es immer nöthig, das Verhalten des fremden Wesens an der Pflanze genauer zu untersuchen. Nur da, wo dasselbe als das Primäre sich erweist, wo es schon am lebendigen und noch nicht krankhaft veränderten Theile sich nachweisen läßt, und die Krankheit seinem Erscheinen erst nachfolgt, darf es als Parasit und als Krankheitserreger angesehen werden. Um diesen Beweis mit aller Sicherheit zu erbringen, haben wir auch das Mittel der künstlichen Infection; wir versuchen, ob der fragliche Parasit sich auf eine gesunde Pflanze übertragen läßt und dort dieselbe Krankheit hervorbringt.

Combinirte Einflüsse.

Besonderer Vorsicht bedarf es bei der Ermittelung der Krankheitsursache in solchen Fällen, wo wir die Resultate combinirter Einflüsse vor uns haben. Hier sind überhaupt zwei generelle Fälle zu unterscheiden. Entweder handelt es sich um mehrere Einflüsse, deren jeder an und für sich schon dieselbe oder doch eine ähnliche Krankheit zur Folge hat und wobei also höchstens noch nach dem Maaß des Antheiles beider Factoren gefragt werden kann, z. B. wenn Dürre und blattverderbende Pilze zusammen das Laub einer Pflanze krank machen. Oder es liegt nur ein einziger krankmachender Einfluß vor, aber es sind gewisse Nebenumstände gegeben, die zwar an und für sich unschädlich sind, aber den pathogenen Einfluß in den abnormen Wirkungen, die er hervorbringt, in hohem Grade unterstützen. So zeigen sich manche Krankheiten, die durch parasitische Pilze hervorgerufen werden, gutartig, wenn trockenes Wetter herrscht, wie z. B. die Kartoffelkrankheit, die dann oft nur auf einzelne gebräunte Stellen am Laube beschränkt bleibt und gesunde Knollen aufkommen läßt, während unter Zutritt von längerer Feuchtigkeit, die der gesunden Kartoffel-

pflanze durchaus unschädlich ist, eine rapide Vernichtung des Laubes, eine rasche Erkrankung und faulige Zersetzung der Knollen schon im Acker herbeigeführt wird. Einen ähnlich verschiedenen Erfolg hat das Verbeißen der Holzpflanzen durch Insecten oder Wild: auf gutem Boden stehende Pflanzen erholen sich wieder durch allmälige Kräftigung der Knospen- und Sproßbildung, während Pflanzen, die auf schlechterem Boden, z. B. auf flachgründigem Gebirgsboden stehen, der an und für sich die Vegetation nicht beeinträchtigt, nach der gleichen Verletzung oft lange fortkümmern und endlich eingehen. Man muß also in solchen Fällen die wahre Ursache von den begünstigenden Nebenumständen unterscheiden.

Gliederung des Gegenstandes.

Da eine wissenschaftliche Classification der Pflanzenkrankheiten nur nach den Krankheitsursachen möglich ist, so soll hier auch die Darstellung der Pathologie nach diesem Eintheilungsprincipe gegeben werden. Unsere Wissenschaft würde also in drei Abschnitte zerfallen; der eine handelt von den Krankheiten, welche durch Einflüsse der anorganischen Natur hervorgebracht werden, der andere von denen, die im Pflanzenreiche, der dritte von denen, welche im Thierreiche ihre Ursache haben. Wo diejenigen Krankheiten, deren Ursache noch nicht sicher ermittelt ist, vorläufig untergebracht werden sollen, davon ist oben schon die Rede gewesen. Was die Wirkungen mechanischer Einflüsse, insbesondere Verwundungen anlangt, so können diese von sehr verschiedenartigen Ursachen herrühren; von ihnen wird also auch in sehr vielen Kapiteln die Rede sein müssen. Da sie nun aber, gleichgültig, welche Veranlassung sie haben mögen, in ihrer Form und in ihren Folgen im Wesentlichen immer dieselben sind, so erscheint es passend, die Wirkungen mechanischer Einflüsse überhaupt in einem besonderen Abschnitt zusammenzustellen, in welchem es sich vornehmlich um die Effecte und deren Pathologie, ohne besondere Rücksicht auf die Ursachen derselben handeln soll.

1. Abschnitt.

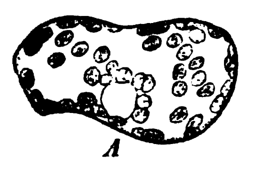
Der lebende und der todte Zustand der Pflanzenzelle.

Unterschiede lebender und todter Zellen.

Wir haben schon Eingangs betont, daß das Leben der Pflanzen sich aus den Lebensthätigkeiten der einzelnen Zellen zusammensetzt, und daß mithin bei den Pflanzenkrankheiten auch diese Organe allein es sind, an welchen zunächst die der Pflanze schädlichen Wirkungen zum Ausdrucke kommen. In der Pathologie haben wir es daher vielfach mit der Unterscheidung lebender und todter Pflanzenzellen zu thun. Deshalb mag hier ein für alle Mal eine kurze Beschreibung dieser beiden Zustände gegeben werden, die um so mehr an den Anfang zu stellen ist, als bei einer und derselben Art von Zellen der todte Zustand gewöhnlich ein und derselbe ist, aus welcher Ursache immer der Tod eingetreten sein mag. In der Hauptsache sind auch die Symptome des Todes bei den meisten Pflanzenzellen dieselben, wenigstens läßt sich eine Reihe von Merkmalen anführen, die allgemein Zeichen des Todes sind. In wieweit und warum einige dieser Merkmale bei manchen Zellen im todten Zustande nicht vorhanden sind, soll am Schlusse des Vorstehenden erwähnt werden.

Im Tode zeigen beide Hauptbestandtheile der Pflanzenzelle, das Protoplasma und die Zellmembran, charakteristische Veränderungen. Am deutlichsten sind dieselben wahrzunehmen an denjenigen Zellen, die eine dünne und zarte, aus Cellulose bestehende Membran haben und reich an Protoplasma sind, z. B. an den Zellen des Mesophylls der Blätter. Im lebendigen und gesunden Zustande, wie man ihn an diesen Zellen findet, sogleich nachdem sie dem Blatte entnommen und unter das Mikroskop gebracht worden sind, enthält die Zelle einen Protoplasmakörper, welcher ringsum unmittelbar der straff und faltenlos gespannten Zellmembran innen anliegt und die Form eines Hohlsackes hat, indem nur eine verhältnißmäßig dünne Schicht von Protoplasma sich auf der Innenseite der Zellmembran ausbreitet und darum wol auch als Primordialschlauch

bezeichnet worden ist. Die ganze von demselben eingeschlossene Höhlung des Zellenraumes ist hier mit wässeriger, klarer Flüssigkeit, dem Zellsafte, erfüllt. In der wandständigen Protoplasmaschicht sind aber noch andere organisirte Einschlüsse, welche Theile oder Erzeugnisse des Protoplasmas sind, zu bemerken, vor allen der Zellenkern und die in großer Anzahl vorhandenen, durch ihre grüne Farbe ausgezeichneten, ungefähr linsenförmig gestalteten Chlorophyllkörner, welche in einer einfachen Lage nebeneinander in der wandständigen Protoplasmaschicht gelagert sind (Fig. 1 A). Nach diesem Typus ist auch in den meisten anderen Pflanzenzellen das Protoplasma gebaut; nur daß bisweilen noch Protoplasmastränge hinzukommen, welche von der wandständigen Schicht aus quer durch den Saftraum in verschiedenen Richtungen gehen. In manchen Zellen, besonders in vielen Haaren, zeigt das lebendige Protoplasma Strömungen, die man sowol innerhalb der wandständigen Schicht, als auch in den Protoplasmasträngen beobachtet. Die mit Chlorophyllkörnern versehenen Mesophyllzellen, in denen das Protoplasma nur die wandständige, einen einfachen Saftraum umschließende Schicht bildet, zeigen meist keine Strömung des Protoplasma's. Das letztere kann aber hier meist in anderer Weise seinen Ort verändern, indem es unter gewissen äußeren Einflüssen zeitweilig sammt seinen Chlorophyllkörnern mehr nach bestimmten Punkten der Zellmembran hinwandert und sich dort ansammelt. An isolirten Stücken von Mesophyllgewebe unter dem Mikroskop tritt der Tod der Zellen bald schneller, bald langsamer ein (vgl. Fig. 1). Die wandständige Protoplasmaschicht zieht sich von der Zellmembran zurück, der ganze Protoplasmakörper schrumpft zusammen, indem der Zellsaft, den er im Saftraume einschloß, aus diesem entweicht, und dafür den Raum zwischen der Zellmembran und dem sich zusammenziehenden Protoplasma einnimmt. Das im lebendigen Zustande fast klare, wasserhelle Protoplasma erhält zugleich ein trübes Aussehen, indem zahlreiche kleine Körnchen in seiner Masse auftreten. So schrumpft das ganze Protoplasma zu einem unregelmäßigen Klumpen zusammen, welcher bald in der Mitte des Zellenraumes, bald mehr an einer Wand



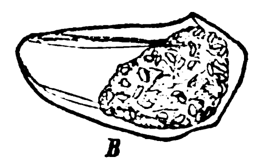


Fig. 1.
Lebende und todte Zelle aus dem Mesophyll des Blattes von Senecio vulgaris, 200fach vergrößert. A der lebende Zustand: im wandständigen Protoplasma unterhalb der Zellwand der Zellkern und die zahlreichen grünen Chlorophyllkörner. B nach Eintritt des Todes: das Protoplasma sammt den Chlorophyllkörnern ꝛc. in der Zelle zusammengeschrumpft, die Zellhaut faltig.

der Zelle liegt, und in welchem von nun an keinerlei Strömung oder Bewegung mehr wahrzunehmen ist. Der Zellkern verschwindet bei dieser Desorganisation, und die Chlorophyllkörner, die zwar zunächst noch an ihrer grünen Farbe zu erkennen sind, aber ebenfalls ihre regelmäßigen scharfen Umrisse etwas verlieren, werden durch die Contraction des Protoplasmas regellos durch einander geschoben und verlieren aus beiden Gründen ebenfalls an Deutlichkeit. In diesen Erscheinungen müssen wir den Ausdruck einer veränderten Molecularstructur des Protoplasmas erkennen. Letzteres hat einen Theil seines Imbibitionswassers verloren, ist wasserärmer geworden und das erklärt unmittelbar das geringere Volumen, welches es nun einnimmt. Die Aenderung der Molecularstructur prägt sich auch darin aus, daß die Diffusionseigenschaften des Protoplasmas auffallend verändert sind: es ist für Flüssigkeiten permeabler geworden, denn es läßt den Zellsaft ausfiltriren. Besonders auffallend ist in dieser Beziehung auch das Verhalten zu gelösten Farbstoffen. In manchen Zellen enthält der Zellsaft einen Farbstoff aufgelöst; im lebendigen Zustande nimmt das Protoplasma den Farbstoff nicht in sich auf und läßt seine Lösung nicht durch sich hindurch diffundiren. Sobald es aber getödtet ist, tritt die farbige Lösung ungehindert aus dem Protoplasma und durch die Zellmembran aus, und wir sehen sogar, daß das getödtete Protoplasma den Farbstoff absorbirt; der letztere sammelt sich in ihm an und zwar so, daß dasselbe viel tiefer gefärbt wird als die umgebende Flüssigkeit. Die gleiche Erscheinung tritt ein, wenn man getödtete Zellen, deren Zellsaft keinen Farbstoff enthält, in eine Farbstofflösung legt. Auch die Zellmembranen scheinen, wenigstens wenn wir uns auf die dünnhäutigen und wesentlich nur aus Cellulose bestehenden beschränken, wie die der Mesophyllzellen und besonders diejenigen mancher Haare, namentlich der Wurzelhaare, im getödteten Zustande eine Veränderung zu erleiden; sie verlieren an Turgescenz, scheinen nicht mehr so straff gespannt, schlaffer, ja selbst wol etwas faltig, und sie bekunden dadurch ebenfalls eine veränderte Molecularstructur, nämlich eine Verminderung der Imbibitionsfähigkeit für Wasser, welche bekanntlich den Turgor einer Zellmembran bedingt. Bei Zellen, deren Membran durch starke Verdickung oder durch einen großen Gehalt an mineralischen Bestandtheilen im normalen Zustande schon einen hohen Grad von Festigkeit und Härte besitzt, ist natürlich im todten Zustande auch keine andere Beschaffenheit der Zellmembran zu erwarten, und man kann dann eigentlich nur nach der Beschaffenheit des Protoplasmas ein Urtheil über Leben oder Tod der Zelle abgeben.

Beschaffenheit todter Pflanzentheile.

Aus den Veränderungen, welche die Zellen beim Tode erleiden, resultirt unmittelbar die Beschaffenheit der ganzen Pflanzentheile, die aus

todten Zellen bestehen. Bei saftigen, krautartigen oder fleischigen Theilen erklärt sich daher die Schlaffheit oder Welkheit, das Weichwerden, das rasche durch Transspiration verursachte Vertrocknen oder bei Anwesenheit von viel Feuchtigkeit die Neigung zu jauchiger oder breiartiger Auflösung.

Zersetzungserscheinungen todter Zellen.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen reihen sich an die Veränderungen, die der Tod an und für sich an den Zellen hervorbringt, sehr bald noch andere, verursacht durch die chemischen Wirkungen äußerer Agentien, denen die leblose organische Substanz nach allgemeinen Naturgesetzen unterworfen ist. Je nach den chemischen Beschaffenheiten der Zellen und je nach äußeren Umständen kann der Chemismus bald schneller, bald langsamer nach Eintritt des Todes seine Wirkung äußern und dieses auch in verschiedener Weise thun. Hierher ist schon zu rechnen die häufige Erscheinung, daß das abgestorbene Protoplasma und nicht selten zugleich die Zellmembran sich mehr oder weniger tief bräunen, woher die braune oder schwarze Färbung rührt, welche viele abgestorbene Pflanzentheile annehmen. Nicht selten treten auch an saftreichen Organen und in feuchter Umgebung Fäulnißerscheinungen auf.

Wenn der Tod eintritt nach einer Krankheit, mit welcher eigenthümliche Veränderungen in den Zellen verbunden waren, so unterscheiden sich selbstverständlich die todten von den gesunden, lebendigen Zellen außer durch die gewöhnlichen Todessymptome auch durch jene aus der Krankheit herrührenden Merkmale. Letztere bestehen z. B. häufig in einer Entfärbung oder vollständigen Desorganisation der Chlorophyllkörner oder in einem hochgradigen Schwund des protoplasmatischen Inhaltes u. dergl.

---

2. Abschnitt.

Wirkungen mechanischer Einflüsse.

Erstes Kapitel.

Von den Wirkungen des Raummangels.

Einfluß auf das Wachsthum. — Längenwachsthum.

Eine nothwendige Bedingung der normalen Ausbildung der Pflanzenorgane ist der für die einzelnen Theile erforderliche Raum. Wenn fremde feste Gegenstände den wachsenden Organen ein Hinderniß entgegensetzen, welchem die Pflanze nicht auszuweichen, und welches sie auch nicht zu besiegen vermag, so wird dadurch in der Regel der Entwickelung an und für sich zunächst keine Grenze gesetzt; die wachsenden Organe werden entgegen ihrem natürlichen Streben in den gegebenen engeren Raum eingepreßt, die Folge ist eine Gestaltsveränderung, die ganz von der Form

des Hindernisses abhängig ist. Die verschiedenen Mißbildungen, die auf diese Weise entstehen, hängen davon ab, welche der Wachsthumsrichtungen des Organes durch äußeren Druck einen Widerstand erfährt. In dieser Beziehung sind die Erfolge verschieden, je nachdem das Hinderniß in der Richtung des Längenwachsthums oder des Dickewachsthums des Organes wirkt. Pflanzentheile, welche bei ihrem Längenwachsthum einem unüberwindlichen Hinderniß begegnen, müssen sich nothwendig krümmen und können unter Umständen mit ihren Krümmungen den vorhandenen Raum schließlich ausfüllen, was bei der Biegsamkeit wachsender Organe meistens leicht möglich ist. Die Form dieser Krümmungen hängt von den äußeren mechanischen Verhältnissen ab. Sie strebt bei ringsum gleichmäßiger seitlicher Verschiebbarkeit eine Schraubenlinie zu werden. Kommen auch seitliche Hindernisse ins Spiel, so ergeben sich unregelmäßige Krümmungen, die bei großer Raumbeengung zu den seltsamsten Verkrümmungen und Verschlingungen, die oft gegenseitig in einander gedrückt erscheinen, führen. Bei geotropischen Pflanzentheilen, wie Wurzeln und Stengeln, hat auch das fortwährende Bestreben des Längenwachsthumes, das Organ senkrecht zu stellen einen Einfluß auf diese Krümmungen, indem jeder freie Spielraum in diesem Sinne benutzt wird. Die Dunkelheit, die gewöhnlich in beengten Räumen, in denen Pflanzentheile sich bilden, herrscht, bedingt zugleich Etiolement, also ein Bestreben zu ungewöhnlich starkem Längenwachsthum, wodurch mithin ebenfalls die Krümmungen befördert werden. Belege für die in Rede stehenden Gestaltsveränderungen finden wir allgemein an den Würzelchen und Stengeln der Keimlinge derjenigen Samen und an den Stengeltrieben derjenigen Pflanzen, welche zwischen oder unter größeren Gegenständen, als Steinen, Hölzern u. drgl. liegen, unter denen sie sich nicht hervorarbeiten können, besonders auch an den Wurzeln von Pflanzen, die in engen Töpfen stehen. Wenn sich hier eine lange kräftige Pfahlwurzel zu entwickeln sucht, krümmt sich dieselbe in vielen engen Windungen zusammen, die in Folge des späteren Dickewachsthums wol sogar theilweis mit einander verwachsen können. Die zahlreichen Seitenwurzeln dagegen kriechen an der Wand und auf dem Boden des Topfes im Kreise umher. Blätter von Knospen oder Trieben, die durch einen ihnen anliegenden fremden Körper an der freien und rechtzeitigen Entfaltung gehindert sind, können ebenfalls zu den verschiedensten Krümmungen und Zusammenfaltungen oder wenn nur einzelne Theile am Wachsthum gehindert sind, zu unregelmäßigen Formen und Verzerrungen gebracht werden, die sich in jedem Falle aus dem dem Blatte eigenthümlichen Gange des Wachsthums und aus der Art des jeweiligen Hindernisses erklären. Wenn das Hinderniß beseitigt wird, so können solche Krümmungen rc. nur dann wieder ganz oder theilweis ausgeglichen werden,

wenn die Periode des Wachsthums an dem gekrümmten Stücke noch nicht vorüber ist; an denjenigen Theilen, die ihr Wachsthum abgeschlossen haben, bleiben die Veränderungen dauernd, und nur die weiter sich bildenden Theile werden dann in normaler Richtung entwickelt.

Einfluß auf das Dickenwachsthum.

Hindernisse, welche in der Richtung des Dickenwachsthums der Organe wirken, treten der Natur der Sache nach mehr local an denselben auf. Die eines unbegrenzten Dickewachsthums fähigen Stämme und Wurzeln der dicotyledonen Holzpflanzen sind solchen Einwirkungen am meisten ausgesetzt. Wenn dieselben von einem Faden, Draht oder metallenem Ring fest umschlossen sind, oder wenn sie an einer Seite gegen einen davor stehenden Zaun, ein Gitter u. dgl. andrücken, oder wenn sie vom Stamme einer holzigen Schlingpflanze spiralig fest umwunden sind, so werden in Folge des fortdauernden Dickewachsthums durch die genannten Hindernisse wirkliche Wunden hervorgebracht, indem die aufgezählten Körper sich in das Gewebe eindrücken und die Folge dieselbe ist, als wenn Ringschnitte ꝛc. in den Stamm angebracht werden. Für diese Einwirkungen ist daher auf das Capitel von den Wunden zu verweisen. Wenn aber Wurzeln oder Stämme von Holzpflanzen zwischen zwei Felsstücken oder anderen festen Körpern von größerer Oberfläche wachsen, so findet ein bloßer Druck statt, und das Dickewachsthum wird durch das Hinderniß gehemmt, während es an den freien Seiten fortdauert, so daß das Organ mehr oder weniger deformirt und sogar platt gedrückt werden kann. Letzteres ist eine häufige Erscheinung an solchen Baumwurzeln, welche in enge Felsenspalten hineingewachsen sind, in diesen viele Jahre lang sich entwickelt haben und endlich einmal beim Abbrechen des Gesteines in den seltsamsten Formen zum Vorschein kommen. Solche abgeplattete Baumwurzeln zeigen daher auch in der Form des Holzkörpers die analoge Deformität (Vergl. Fig. 2). Das Mark liegt meistens mehr oder weniger excentrisch; nach den Seiten, wo das Gestein angrenzte, hat sich nur eine schmale Holzschicht entwickeln können; nach den anderen Seiten hin ist der Holzkörper nach Maaßgabe des Alters der Wurzel erstarkt und durch die

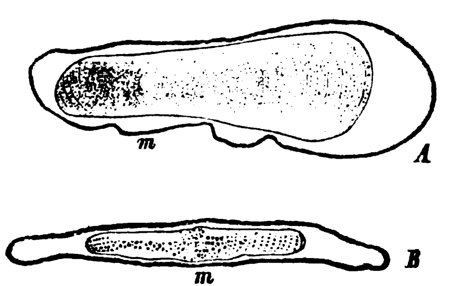


Fig. 2.

Zwischen Felsenspalten gewachsene und durch den Druck veränderte Eichenwurzeln im Querdurchschnitt. A. eine ältere Wurzel, 2 Mal vergrößert. B. jüngere Wurzel, 3 Mal vergrößert. m die Gegend des Markes.

entsprechende Anzahl unvollständiger, bogenförmiger Jahresringe gezeichnet. Bast und Rinde sind ebenfalls an den freien Seiten meist ungemein mächtig entwickelt, während ihr Dickewachsthum an den anderen Seiten auf ein Minimum beschränkt ist. Selbst Abdrücke der Unebenheiten der Steinflächen prägen sich aus diesem Grunde am Wurzelkörper aus, und wo zwei Wurzeln beisammen in einer Felsspalte sich entwickeln, bringen sie aufeinander ihren Abdruck hervor. Bemerkenswerth ist dabei die Gewebebildung des Holzkörpers an den im Dickewachsthum gehemmten Seiten. Wenn auch eine Zunahme des Holzkörpers in diesen Richtungen absolut unmöglich ist, so ist die dort liegende Cambiumschicht doch keineswegs getödtet, ja nicht einmal zu völliger Unthätigkeit gebracht. Das auffallendste Resultat dieser auf das Aeußerste beschränkten cambialen Thätigkeit ist, daß in der ganzen Ausdehnung, in welcher der Druck auf die Cambiumschicht wirkt, eine Gliederung des Holzgewebes in Jahresringe nicht stattfindet, und keine weiten Gefäße, wie sie dem Frühjahrsholze eigenthümlich sind, gebildet werden. Beides findet an den keinem Druck ausgesetzten anderen beiden Seiten in normaler Weise statt. Das Holzgewebe nimmt daher an den beiden unter dem Drucke stehenden Seiten eine mehr homogene Beschaffenheit an, wie aus den umstehenden Abbildungen ersichtlich. Stärkere Vergrößerung eines Durchschnittes durch das Holz an dieser Seite läßt genauer erkennen, wie hier die cambiale Thätigkeit verändert wird. Die Holzzellen, welche sonst in radialen Reihen abgelagert werden, weichen hier dem Drucke aus, indem sie sich in sehr schiefer Richtung anordnen; und da sie abwechselnd zeitweise nach rechts und links ausweichen, so bilden sie oft sehr spitzwinkelige, zickzackförmige Reihen, welche besonders durch die Markstrahlen, die sich diesen Richtungen anschließen, angezeigt werden. Es kommt hinzu, daß hier vorzugsweise nur engere Tracheïden und Holzparenchymzellen gebildet werden, daß diese Organe kürzer als im normalen Holze sind und gewöhnlich auch mit ihrer Längsachse aus der normalen longitudinalen Richtung in eine mehr oder minder schiefe Richtung gedrängt werden.

Auch schon leichterer Druck, wie er durch Umschlingen von Bindfaden erzeugt wird, hat nach de Vries[1]) Versuchen an Stämmen verschiedener Holzpflanzen zur Folge, daß das Cambium an dieser Stelle desto weniger Zellen in jeder Radialreihe erzeugt, daß der Durchmesser der Holzzellen wie der Gefäße geringer wird, und daß auch die relative Zahl der Gefäße sich vermindert.

Einfluß auf Früchte.

Aehnlich wie den Wurzeln kann man auch festen fleischigen Früchten,

---

[1]) Einfluß des Rindendruckes auf den anatomischen Bau des Holzes. Flora 1875. Nr. 7.

besonders denen der Cucurbitaceen, durch Unterbindungen und Compressionen beliebige Gestalten geben. Das merkwürdigste Beispiel dieser Wirkung ist ein Gebrauch der Chinesen, welche ganz junge Kürbisfrüchte in viereckige, inwendig mit vertieften Figuren und Schriftzügen gezeichnete Flaschen stecken; die Früchte vergrößern sich, füllen die ganze Flasche aus und drücken sich in den Wänden ab; wenn sie reif sind, zerschlägt man die Flasche und nimmt die künstlich geformten Früchte heraus.

Fehlschlagen durch Raummangel.

Mangel an Raum kann auch schon auf die erste Anlage von Pflanzentheilen störend einwirken, nämlich ein abnormes mehr oder weniger vollständiges **Fehlschlagen** gewisser Organe zur Folge haben. Hier kommt vorzugsweise der gegenseitige Druck in Betracht, den junge Pflanzentheile, die in großer Anzahl dicht beisammen stehend gebildet werden, auf einander ausüben. In der That sehen wir an reichblütigen Inflorescenzen häufig diese oder jene Blüte, die von ihren Nachbarn besonders stark gedrückt ist, mehr oder weniger unvollständig gebildet, indem bei ihr ein oder mehrere Blütentheile fehlen oder rudimentär sind, was lediglich als die unmittelbare Folge des Druckes der benachbarten Theile sich erweist. Bei der Erklärung von Bildungsabweichungen der Blüten können daher auch solche rein mechanische Einwirkungen in Betracht kommen.

Zweites Kapitel.

Von den Wunden.

Veranlassungen. — Aufspringen fleischiger Pflanzentheile.

Unter Wunden im weitesten Sinne verstehen wir bei den Pflanzen alle diejenigen Trennungen von Pflanzentheilen, bei welchen das organische Gefüge an irgend einer Stelle aufgehoben wird, so daß bei mehrzelligen Organen gewisse Gewebepartien, die mit anderen in Verbindung standen, bloßgelegt, bei einzelligen Organen der Zusammenhang der Zellwand irgendwo unterbrochen wird. Aus der Pathologie auszuschließen sind alle normalen Wunden, wie die Bruchstellen der im Herbste abfallenden Blätter der Holzpflanzen, die Narben, welche die alljährlich wieder absterbenden oberirdischen Triebe an den Rhizomen zurücklassen, 2c. Streng genommen würden solche Stellen überhaupt nicht als Wunden zu bezeichnen sein, da bekanntlich schon vor der Ablösung jener Organe an der Trennungsstelle ein neues Hautgewebe in Gestalt einer Korkschicht zum Schutze der bleibenden unterliegenden Partie gebildet wird. Als Wunden im engeren Sinne, die allein Gegenstand der Pathologie sind, können nur die widernatürlichen Trennungen des Gefüges einer Pflanze gelten. Solche Wunden werden meistens durch einen zufälligen mechanischen Angriff von außen hervorgebracht, wie durch Stich, Schnitt, Bruch, Zerreißung, Schälen,

Nagen, Schlag, Quetschung, Reibung &c.; die Ursachen können sehr verschiedene sein, wie Sturm, Blitzschlag, die ungleiche Dimensionsänderung bei Frost, der Hagel, der Fraß zahlreicher Thiere und auf mannigfaltige Weise die Einwirkung der Menschenhand. Wunden können aber an manchen Pflanzentheilen auch aus inneren Ursachen entstehen, durch Kräfte, welche von der Pflanze selbst erzeugt werden. Dies gilt von dem Aufspringen fleischiger parenchymatöser Pflanzentheile. Diese Erscheinung ist am bekanntesten am Kohlrabi, an Möhren-, Petersilien-, Selleriewurzeln, kommt auch bisweilen an den Kartoffeln, sowie an manchen saftigen Früchten vor, z. B. an Kirschen und Pflaumen. Auch an krautigen Stengeln kann sie sich zeigen, wenn diese ungewöhnlich üppig gewachsen oder sonst hypertrophisch und mißgebildet sind; so sah ich verbänderte Blütenschäfte von Taraxacum officinale nach Regenwetter von selbst so zersprungen, daß sie fast zusammengeknickt waren. An einem ziemlich reifen Maiskolben fand ich zahlreiche Körner von selbst aufgesprungen und zwar in allen Stadien der Wundbildung. Das erste Stadium war ein feiner Riß in der äußeren Schicht des Pericarps, welches durch die rasche Vergrößerung des Kornes, der es nicht folgen konnte, gesprengt worden war. Der höchste Grad bestand in einer weit klaffenden und bis tief ins Endosperm dringenden Wunde, durch welche das Korn ganz gesprengt und verdorben wurde, indem saprophyte Pilze, Pleospora-Mycelium, sich ansiedelten. Das Aufspringen ist eine Folge der Ausdehnung des wachsenden Parenchyms, der die Hautschichten nicht in gleichem Maße zu folgen vermögen, also der excessiven Gewebespannung, die sich in solchem Falle zwischen beiden Geweben einstellt. Durch eindringendes Wasser wird diese Gewebespannung außerordentlich verstärkt, weil dann das unter der Hautschicht liegende Parenchym als Schwellgewebe reichlich Wasser aufsaugt und dadurch immer turgescenter und voluminöser wird. Daher wird die einmal entstandene Wunde bei Anwesenheit von Feuchtigkeit bedeutend vergrößert, und auch jede noch so kleine aus irgendwelchen Ursachen entstandene Wunde kann unter diesen Umständen zum Aufspringen der genannten Pflanzentheile führen. Es ist auch eine allbekannte Erfahrung, daß besonders nach Regenwetter dieses Uebel sich einstellt; und man kann durch Culturversuche, z. B. mit Möhren in Wasser, das Aufspringen der Wurzeln willkürlich hervorrufen.[1]) Pflanzentheile, die unterirdisch oder nahe am Boden wachsen, sind häufig mit kleinen Wundstellen versehen, die vom Fraß der Schnecken und anderer Thiere herrühren, und die so lange sie noch nicht durch Wundkork geheilt sind, Wasser eindringen lassen, wodurch ein Aufplatzen herbeigeführt werden kann. Das

---

[1]) Vergl. Hallier, Phytopathologie, pag. 87.

Aufspringen reifer saftiger Früchte bei andauerndem Regenwetter hat Boussingault[1]) auch als Folge des Eindringens von Wasser nachgewiesen, indem er fand, daß während Blätter im Regen keine Gewichtszunahme zeigen, reife zuckerhaltige Früchte, die in Wasser untergetaucht werden, an Gewicht zunehmen, während sie zugleich Zucker an das umgebende Wasser abgeben.

An den genannten Wurzeln und Knollen heilen die aufgesprungenen Stellen erst durch Bildung von Wundkork (s. unten). Sind die Theile noch in der Periode des Wachsthums, so können die durch Kork geschützten aufgesprungenen Stellen eigenthümlich auswachsen, wodurch das Ganze eine sonderbare Form annimmt. Kartoffelknollen, die in der Gegend von Leipzig geerntet worden waren und die mir durch Schenk gütigst mitgetheilt wurden, waren um eine ursprünglich aufgesprungene Stelle kronenförmig in mehrere große Zapfen ausgewachsen; alles war von Korkschicht überzogen. Es muß also ein ungefähr sternförmiges Aufreißen stattgefunden haben, und die Wundlappen müssen endlich durch das Wachsthum, welches in ihnen noch fortgedauert hat, zu solchen Zapfen geworden sein. Auch zeigte sich solches sternförmiges Aufspringen noch an der Schale in Anfängen.

Es handelt sich hier nicht weiter um eine Eintheilung der Wunden nach den verschiedenen Ursachen, aus denen sie entstehen, weil in den folgenden Abschnitten unter den einzelnen krankmachenden Einflüssen auch diejenigen speciell zu nennen sind, welche Wunden an den Pflanzen hervorbringen. Hier haben wir es mit der Pathologie der Wunden überhaupt zu thun. Es interessirt also hier zunächst die Frage, welche Organe und Gewebe der Pflanze verletzt werden und von welcher Art und Form die Verwundung ist; ferner, welche unmittelbare Folgen dieselbe für das Leben der Pflanzen hat, endlich sowol der natürliche Heilungsproceß der Wunden und die künstlichen Mittel, denselben zu befördern, als auch die Schäden, welche die Wunden hinterlassen, und die Krankheiten, die sie etwa nach sich ziehen können.

Pathologie der Wunden.

A. Die unmittelbaren Folgen der Verwundung für das Leben.

Es ist selbstverständlich, daß Verwundungen einen nachtheiligen Einfluß auf das Befinden der Pflanze dann ausüben müssen, wenn durch dieselben solche Organe verloren gehen, welche für den ganzen Organismus eine wichtige Function haben, und daß Wunden tödtlich werden müssen, wenn der Pflanze dadurch unentbehrliche Organe geraubt werden, die sie nicht oder nicht rechtzeitig wieder ersetzen kann.

Folgen für das Leben der ganzen Pflanze.

Es interessirt aber auch die Frage, ob durch die Verwundung sofort

Momentaner Einfluß auf die Zellen verwundeter Theile.

[1]) Annales des sc. nat. 5. sér. T. XVIII.

von den direct verletzten Zellen aus auf die entfernter liegenden nicht verwundeten Zellen irgend eine wahrnehmbare Veränderung sich fortpflanzt die sich auf das Zellenleben allein bezieht, mithin auch nur mikroskopisch verfolgt werden kann. Etwas derartiges ist in der That in gewissen Fällen zu beobachten. Ich fand [1]), daß in Folge einer Verwundung grüner Pflanzentheile die normale Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in den nicht verletzten, von der Schnittstelle entfernter liegenden Zellen bisweilen schon wenige Minuten nach der Verwundung verändert wird. Im normalen Zustande, bei Beleuchtung und günstiger Temperatur liegen die Chlorophyllkörner in einer Schicht vorzugsweise unter denjenigen Stellen der Zellwand, welche nicht mit Nachbarzellen in Berührung stehen, also bei den Moosblättern an beiden Außenwänden der Zellen; bei den Wasserpflanzen an der Außenwand der Epidermiszelle, beziehendlich auch an deren Hinterwand, wenn sie an einen Intercellularraum angrenzt, im Mesophyll der Landpflanzen besonders an den an die Intercellulargänge angrenzenden Stellen der Membran. Dieses Lagenverhältniß, welches ich als Epistrophe bezeichnete, wird in Folge gewisser Einwirkungen, als andauernder Dunkelheit, ungünstiger Temperatur und eben auch in Folge von Verwundung, in ein anderes, als Apostrophe bezeichnetes übergeführt. Die Chlorophyllkörner verlassen mehr oder weniger vollständig die freien Zellwände und rücken an die mit benachbarten Zellen zusammenhängenden Seitenwände, seltener gruppiren sie sich sämmtlich zu einem an irgend einer Stelle im Zellraum liegenden Klumpen, wobei nicht selten lebhafte Protoplasmaströmungen sich einstellen. Diese Veränderungen vollziehen sich an sämmtlichen Zellen abgeschnittener Blätter von Laub- und Lebermoosen, Stücken von Farnprothallien, abgeschnittenen Blättern von Elodea canadensis, abgeschnittenen Stücken der Wasserblätter von Sagittaria sagittaefolia und Vallisneria, sowie von Crassulaceen und anderen Landpflanzen. Sie sind keineswegs das Symptom des Todes, sondern müssen als Uebertragung eines durch die Verwundung hervorgebrachten, seiner Natur nach zunächst nicht näher bekannten Reizes auf die intacten lebendigen Zellen betrachtet werden. Nur die vom Schnitte selbst getroffenen Zellen werden sofort getödtet und zeigen die gewöhnliche Beschaffenheit todter Zellen. Die abgeschnittenen Blätter- und Blattstücke, besonders der Moose und der genannten Wasserpflanzen, bleiben aber, wenn sie feucht gehalten werden, viele Tage lebendig. Auch an den stehen gebliebenen verwundeten Theilen tritt die Lagenveränderung der Chlorophyllkörner ein, jedoch meist nur in der unmittelbaren Nähe der Wunde. Wird z.

[1]) Ueber Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner ꝛc. in Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. VIII. pag. 220—250.

B. an einem Elodeasprosse die obere Hälfte eines Blattes abgeschnitten, so ist an der stehengebliebenen Blatthälfte nach einer Stunde die Apostrophe der Chlorophyllkörner in allen hinter dem Wundrande gelegenen Zellen zu beobachten und erstreckt sich in den an der Mittelrippe gelegenen Zellen beträchtlich weiter abwärts als an den anderen Stellen. Einen Elodeaspross zerschnitt ich in Stücke, so daß an jedem ein Blattquirl sich befand; 24 Stunden darnach untersucht zeigten die Blattzellen nahezu vollständige Apostrophe. Wenn an einem aus drei Quirlen bestehenden Sproßstücke je einem Blatte vom oberen und unteren Quirl die acropetale Hälfte abgeschnitten worden war, so trat ebenfalls an allen Blättern die Erscheinung ein.

Wenden wir uns zu den Eingangs bezeichneten physiologischen Folgen der Verwundungen, so richten sich dieselben sowol nach den Organen, welche verloren worden sind, als auch nach specifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanzen.

I. Abgeschnittene Pflanzentheile.

Abgeschnittene Pflanzentheile.

Wir haben zunächst zu fragen, welches Schicksal Pflanzentheile haben, die vom Hauptkörper der Pflanze abgetrennt worden sind. Die vegetabilischen Zellen sind in ihrer Lebensfähigkeit meist selbständiger und von einander unabhängiger als diejenigen des thierischen Organismus. Die Abtrennung von Organen vom pflanzlichen Körper hat daher für dieselben weit seltener unmittelbar tödtliche Wirkung, als es am thierischen Körper Regel zu sein pflegt. Es ist allgemein bekannt, daß abgeschnittene Sprosse, selbst einzelne Blüten oder Blätter, Tage lang am Leben bleiben, zum Theil sogar in ihrer Entwickelung fortschreiten können, wenn sie in ihrem natürlichen Medium sich befinden und man dafür sorgt, daß sie Wasser aufsaugen können oder keines durch Verdunstung verlieren, d. h. wenn sie im Wasser, feuchten Sand u. dgl. gesetzt oder in einen Raum mit feuchter Luft gebracht werden, und daß bei Pflanzen mit sehr geringer Verdunstung, wie bei Succulenten, selbst ohne Wasserzufuhr und in trockener Luft abgeschnittene Theile lange am Leben bleiben. Der früher oder später eintretende Mangel an Nahrung wird hier endlich die Ursache des Todes. Und wenn die Pflanze die Fähigkeit hat, leicht Wurzeln zu bilden oder sonst in ihrer Weise sich zu verjüngen, so können abgeschnittene Theile, genügende Feuchtigkeit vorausgesetzt, sogar zu neuen Pflanzenindividuen sich entwickeln. Der gewöhnlichste derartige Fall ist die Vermehrung der Pflanzen durch Stecklinge, die am leichtesten bei Holzpflanzen, aber auch bei perennirenden und selbst bei einjährigen Kräutern nicht selten gelingt, und die darauf beruht, daß in der Nähe des unteren Endes des

abgeschnittenen Zweiges, wenn derselbe in Wasser oder feuchte Erde gesteckt wird, sich Adventivwurzeln bilden, die wie gewöhnlich durch die Rinde hervorbrechen und dann den Zweig so zu ernähren vermögen, daß er als selbstständige Pflanze weiter wachsen kann. Auch aus Wurzelstücken lassen sich sogenannte Wurzelstecklinge erziehen, was besonders bei manchen Holzpflanzen und sogar bei einigen Kräutern ausführbar ist, indem an den Wurzeltheilen Adventivknospen sich bilden, welche zu Trieben auswachsen. Sogar Blattstecklinge lassen sich von manchen Pflanzen gewinnen, wo an abgeschnittenen Blättern oder Blattstücken, die auf eine feuchte Unterlage gelegt werden, Wurzeln und Adventivknospen sich bilden, die sich zu neuen Pflänzchen entwickeln. Dieses gelingt besonders bei Cardamine pratensis (wo es oft spontan eintritt), bei Begonia, Bryophyllum, Peperomia rc. [1]), und diese Eigenschaft wird daher in der gärtnerischen Praxis zur Vermehrung dieser Pflanzen angewendet. Hierher gehört auch die Bildung von Adventivknospen in Form kleiner Zwiebeln an verwundeten Hyacinthenzwiebeln, welche Masters[2]) erwähnt. Dieselben bilden sich an den Schnittflächen von der Grenze der Zwiebelschalen aus, wenn man der Zwiebel entweder die Basis abschneidet und die Schnittfläche sternförmig nach oben einschneidet oder wenn man sie von unten aushöhlt. Die Veränderungen der Gewebe, die an der Schnittfläche der Stecklinge eintreten, behufs der Heilung und des Abschlusses derselben sind im Artikel über die Wundenheilung zu besprechen. Der Vorgang bei der Bildung der Adventivknospen an den Blattstecklingen ist erst in einigen Fällen untersucht. Nach Regel[3]) entstehen bei den Blattstecklingen von Begoniaceen, nach Magnus[4]) an Blättern von Hyacinthus und nach Berge[5]) an den Blättern von Bryophyllum die Adventivknospen, nicht wie sonst endogen, sondern exogen, d. h. durch Theilung der oberflächlichen Zellen des Blattgewebes, beziehendlich aus der Epidermis. Auch bei Peperomia entstehen sie nach Beinling[6]) insofern exogen, als sie unabhängig von den Gefäßbündeln direct aus dem Grundparenchym des Blattes unmittelbar unter der Schnittfläche sich bilden und nur den Wundkork durchbrechen. Weitere hierher gehörige Erscheinungen sind die Vorkeimsprossungen an abgeschnittenen Blättern, Stengeln und Früchten von Moosen rc.

---

[1]) Vergl. die Aufzählung bei Masters, Vegatable Teratology, pag. 170.

[2]) l. c. pag. 172 u. 173.

[3]) Die Vermehrung der Begoniaceen aus ihren Blättern. Jenaer Zeitschr. f. Nat. 1876.

[4]) Bot. Ver. der Prov. Brandenburg, 30. Mai 1873.

[5]) Beitr. z. Entwickelungsgeschichte von Bryophyllum calycinum. Zürich 1877.

[6]) Untersuch. über die Entst. der advent. Wurzeln und Laubknospen an Blattstecklingen von Peperomia. Breslau 1878.

Lebenszähigkeit abgetrennter Zellen.

Die Lebenszähigkeit der Pflanzenzelle reicht sogar so weit, daß man eine geringe Anzahl von Zellen unbeschadet ihres Lebens aus dem Verbande des Pflanzenkörpers lösen kann; und zwar selbst bei höheren complicirt gebauten Gewächsen. Abgeschnittene Stücke von Moosblättern, Blattstücke von Elodea canadensis, sogar kleine Schnitte aus der Epidermis der Wasserblätter von Sagittaria sagittaefolia bleiben, in Wasser liegend, wochenlang am Leben. Bei den Landpflanzen werden dagegen die aus dem Verbande getrennten Gewebstheile meistens rascher getödtet; doch bleiben z. B. Mesophyllzellen derselben unter Deckgläsern in Wasser liegend bisweilen einige Tage am Leben. Dagegen ist eine Verwundung der Zelle selbst, z. B. ein Durchschneiden derselben, für das in ihr enthaltene Protoplasma in den meisten Fällen unfehlbar und rasch tödtlich. (Vergl. dagegen unter „Wundenheilung" das Verhalten von Vaucheria.)

Welken abgeschnittener Sprosse.

Die abgeschnittenen Sprosse zeigen bei aller Lebensfähigkeit häufig eine bemerkenswerthe pathologische Erscheinung, nämlich ein Welken, trotzdem, daß sie im Wasser stehen. Die Ursache dieser allbekannten und oft unliebsamen Erscheinung ist durch eine meist mit Helianthus tuberosus angestellte Untersuchung von de Vries[1]) etwas näher bekannt geworden. Darnach tritt dieselbe nur dann ein, wenn die Sprosse in der Luft durchschnitten werden, und selbst das rascheste Einstellen in Wasser nutzt dann nichts. Aber sie unterbleibt, wenn der Schnitt gleich unter Wasser gemacht wird. Auch wenn man die Verdunstung des Sprosses und somit die Wasserströmung im Stengel vermindert durch Untertauchen der Sprosse unter Wasser und sie dann an der Luft abschneidet, tritt nach 1 bis 2 Tagen Welken ein; wenn sie 1½ Stunden lang unter Wasser gewesen, welken sie erst nach drei Tagen; je geringer also die Wasserströmung, desto langsamer tritt das Welken ein. Es geht daraus hervor, daß die Ursache des Welkens in einer Unterbrechung der Wasserleitung während des Abschneidens in der Luft liegt, und daß diese Unterbrechung eine Verminderung der Leitungsfähigkeit des Stengels für Wasser zur Folge hat. Dies wird auch dadurch bestätigt, daß solche welke Sprosse wieder frisch werden, wenn man ihnen eine Anzahl Blätter wegnimmt, und daß Sprosse, die vor dem Abschneiden eines Theiles der Blätter beraubt worden sind, gar nicht welken, weil dann eine geringere Menge Wasser erforderlich ist. Die Unterbrechung der Leitungsfähigkeit erstreckt sich nicht über den ganzen Stengel, sondern nur auf eine gewisse Strecke oberhalb der Schnittfläche. Wenn nämlich welke Sprosse 5—6 Cm. oberhalb der Schnittfläche unter Wasser durchschnitten wurden, so wurden sie wieder frisch, während dieselbe Operation in nur 1 Cm. Entfernung dies noch nicht bewirkte. Es

[1]) Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg. 3. Heft, pag. 287.

giebt einige äußerliche Mittel, um die verminderte Leitungsfähigkeit wieder zu erhöhen und also welke Sprosse wieder frisch zu machen. **Sachs**[1]) fand, daß erhöhter Druck die Wasserleitung beschleunigt und auch die Leitungsfähigkeit wieder normal macht: wenn der welke Sproß in den kurzen Schenkel einer zum Theil mit Wasser gefüllten U-förmigen Glasröhre fest eingesetzt, und in den anderen Schenkel Quecksilber gegossen wird, so wird der Sproß in kurzer Zeit wieder turgescent. Ein anderer in der Praxis seit Langem mit Erfolg angewendeter Gebrauch, bei welchem man die welken Sprosse durch Einsetzen in warmes Wasser (ungefähr 35° C.) wieder frisch macht, lehrt, daß Erwärmung des Stengels die Leitungsfähigkeit desselben bedeutend erhöht.

II. Folgen unpassender Veredelung.

Unpassende Veredelung.

Abgeschnittene Pflanzentheile können außer durch eigene Bewurzelung auch durch Uebertragung auf ein lebendiges Individuum, wie es bei der Veredelung geschieht, am Leben erhalten und zu weiterer Entwickelung befähigt werden. Aber diese Möglichkeit ist bekanntlich in bestimmte Grenzen eingeschlossen, indem zwischen vielen Pflanzen eine solche Verbindung sich entweder gar nicht herstellen läßt oder doch, wenn sie geschehen ist, für den Impfling eine krankhafte Entwickelung und ein zeitiges Absterben zur Folge hat. Um dieser letzteren Erscheinungen willen ist die Veredelung hier zu berühren. Dagegen haben diejenigen Veränderungen, welche bei gelungener Veredelung am Wildling und am Impfling oft eintreten, nämlich die Uebertragung von Merkmalen des einen auf den anderen, kein pathologisches Interesse, sondern sind Gegenstand der Physiologie.

Im Allgemeinen darf die Möglichkeit der Veredelung als auf die Dicotyledonen beschränkt gelten. Nach **Decandolle**[2]) hat man zwar Dracaena ferrea auf Dracaena terminalis gepfropft, aber im zweiten Jahre vertrocknete sie und ging zu Grunde. Holzige Pflanzen und fleischige Pflanzentheile sind am meisten zur Veredelung geeignet. Am besten schlägt die Operation an zwischen Pflanzen derselben Species. Allein in vielen Fällen läßt sich die Veredelung mit Erfolg auch zwischen zwei verschiedenen Species vornehmen. Dies ist jedoch immer nur innerhalb einer und derselben natürlichen Familie möglich. Alle Arten einer Familie lassen sich jedoch nicht auf einander pfropfen; es ist dazu eine gewisse nähere Verwandtschaft in anatomischer und physiologischer Beziehung erforderlich. Aber niemals ist die Pfropfung außer der Familie gelungen; alle gegentheiligen Angaben älterer Beobachter haben bei exacten

[1]) Lehrbuch d. Botanik. 2. Aufl. pag. 575.

[2]) Physiologie végétale. II. pag. 758.

Wiederholungsversuchen sich nicht bestätigt und sind als unglaubwürdig zu betrachten. Zwischen verschiedenen Species einer Familie gelingt zwar die Veredelung oft anfänglich, die Pfropfreiser wachsen zwar an, aber sie wachsen oft nicht weiter oder entwickeln sich in den nächstfolgenden 3 bis 4 Jahren kümmerlich, um dann abzusterben, oder tragen wol auch im ersten Jahre nach der Operation Früchte, gehen darnach aber zu Grunde. Dies gilt z. B. von den Impfungen verschiedener Oleaceen auf einander, nämlich von Flieder auf Esche, von Chionanthus auf Esche und Flieder, von Flieder auf Phyllirea, von Oelbaum auf Esche und von Oelbaum auf Hartriegel[1]). In den meisten Fällen beobachtet man dasselbe beim Veredeln von Birnen auf Aepfel und umgekehrt; doch sind auch ausnahmsweise Beispiele dauernd gelungener Veredelung von Birnen auf Aepfel bekannt[2]). Ebenso haben Propfungen von Süßkirschen auf Sauerkirschen, von Kirschen auf Pflaumen in der Regel keinen dauernden Erfolg. Einen gewissen Einfluß auf die erfolgreiche Vereinigung zwischen Edelreis und Unterlage übt manchmal die Art der Veredelung aus. So sollen verschiedene Birnenvarietäten auf Quitte nicht anschlagen oder bald zu Grunde gehen, wenn sie oculirt werden, hingegen sich sehr gut entwickeln und große Fruchtbarkeit zeigen, wenn man in den Spalt pfropft und als Edelreis eine Zweigspitze benutzt; ebenso sollen auf Ligustrum ovalifolium zahlreiche Arten und Varietäten von Syringa gut anschlagen bei Pfropfen in den Spalt, bei Oculation aber soll es nur mit Syringa Josikea gelungen sein[3]). Es ist auch bekannt, daß man oft erfolgreich auf Wurzeln pfropft, und daß dazu selbst Wurzeln alter Obstbäume, die entfernt werden müssen, sich gut verwenden lassen, wobei natürlich die Gesundheit der Wurzeln eine Bedingung ist.

III. Verstümmelung der Samen.

Verstümmelung der Samen.

Es handelt sich hier um die schädlichen Folgen, welche eine Verletzung der Samen auf die Keimung und die weitere Entwickelung ausübt. Durch Bruch, sowie durch die Verletzungen, die gewisse Thiere, besonders Samenkäfer (Bruchus-Arten) an den Samen hervorbringen, wird erfahrungsmäßig die Keimfähigkeit der Samen beeinträchtigt. Eine genauere Kenntniß der verschiedenen Folgen, die aus der Verwundung oder dem Verlust bestimmter Organe der Samen und der Embryonen resultiren, ist gewonnen worden, indem man die verschiedenartigen Organe künstlich weggeschnitten und den Erfolg beobachtet hat.

---

[1]) Vergl. Decandolle, l. c. pag. 791.

[2]) Vergl. besonders Stoll in Wiener Obst- u. Gartenzeitg. 1876. pag. 10.

[3]) Nach Carrière in Revue hortic. 1876. II. pag. 208.

Verlust der Reservenährstoff-behälter.

Verlust der Reservenährstoffbehälter. Wenn man den Embryonen die Behälter der Reservenährstoffe wegschneidet, also bei eiweißlosen Samen die Cotyledonen, bei eiweißhaltigen das Endosperm, so wird dadurch zwar die Keimfähigkeit nicht alterirt, aber die daraus sich entwickelnden Pflanzen sind Zwerge, und zwar richtet sich die Abnahme der Größe und des Gewichtes der producirten Pflanze nach dem Verhältniß des verlorenen Nährmaterials; die Pflanze kann unter Verzwergung bis zur Bildung reifer Früchte gelangen oder auch schon vorzeitig zu Grunde gehen. Bonnet[1]) hat zuerst solche Versuche mit Bohnen und Buchweizen angestellt. Eingequellten Bohnen wurden beide Cotyledonen weggeschnitten; der Rumpf des Keimes dann so in die Erde gesteckt, daß die Plumula hervorragte. Die Pflanzen entwickelten sich trotzdem, aber in außerordentlicher Kleinheit; als sie zu blühen begannen, waren sie nur 5,4 Cm. hoch (gleichalterige unverletzte 49 Cm.), ihre größten Blättchen waren nur 3,5 Cm. lang und 1,5 Cm. breit; die Blüten waren verhältnißmäßig klein und in geringer Anzahl. Wenn die Operation an den Bohnen erst ausgeführt wurde, sobald sie aufgegangen waren, war die Reduction in der Größe etwas minder bedeutend: die ersten Blätter waren nur 5,4 Cm. lang, aber auch während des ganzen Wachsthums blieb ein Unterschied merklich, es kamen weniger Blüten, weniger und kleinere Früchte zur Entwickelung. Viel stärker war der Einfluß des Abschneidens der Cotyledonen an den Buchweizenpflänzchen; die meisten starben und die davon gekommenen blieben elend. Dieselben waren nach drei Wochen nur 2,7 Cm. hoch (gegen 16 Cm. der gleichalterigen unverwundeten) und hatten 1 Cm. lange und 0,6 Cm. breite Blätter. Zuletzt hatten sie 13,5 Cm. Höhe erreicht, waren ohne Zweige und die sehr kleinen und wenigen Blüten hatten keinen Samen gebracht, während die gleichalterigen unversehrten Pflanzen 78,5 Cm. hoch waren und Zweige, Blüten und Körner in Menge hatten. Solche Versuche sind neuerdings noch weiter fortgesetzt worden, von Sachs[2]), Gris[3]) van Tieghem[4]) und zuletzt von Blociszewski[5]). Der Letztere hat besonders die angedeutete Abhängigkeit der erreichbaren Größe von den in den Cotyledonen und im Endosperm aufgespeicherten Reservestoffen anschaulich gemacht, indem er von Roggen, Hafer, Mais, Erbsen, Lupinen, Klee und Oelrettig bald nur einen ganzen

---

[1]) Nutzen der Blätter bei den Pflanzen. Deutsch von Arnold. pag. 137 ff.

[2]) Keimungsgeschichte der Schminkbohne. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1859.

[3]) Ann. des sc. nat. 5. sér. T. II. pag. 107.

[4]) Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XVII. pag. 205 ff.

[5]) Landw. Jahrbücher 1876, pag. 145 ff.

Cotyledon, bald zwei Hälften querdurchschnittener Cotyledonen, bald die Hälfte oder ein Viertheil des Endosperms abtrennte und beobachtete, wie die daraus hervorgegangenen Pflanzen in ihrem Gewichte die Mitte hielten zwischen den aus ganzen Samen erhaltenen und denen, welche der Reservestoffbehälter total beraubt worden waren.

Verlust der Theile des Embryo.

Verlust der Theile des Embryo. Ferner hat van Tieghem die Abhängigkeit der einzelnen Organe des Embryos von einander untersucht. Die Resultate waren bei eiweißlosen Samen (Helianthus annuus) wie bei eiweißhaltigen (Mais, Mirabilis) dieselben: wenn Achsenorgan, Wurzeln und Cotyledonen eines Embryo von einander getrennt und normalen Keimungsbedingungen ausgesetzt werden, so wächst jeder Theil und vergrößert sich, als ob er mit den anderen zusammenhinge, aber nach kurzer Zeit gehen sie zu Grunde, das Stengelchen erst, nachdem es neue Nebenwurzeln gebildet hat. Die Cotyledonen ergrünen, bekommen an der Schnittfläche kleine Nebenwurzeln, endlich eine Knospe, die zu einem Pflänzchen auswächst; selbst die Stücke halbirter oder geviertheilter Cotyledonen liefern unter Vernarbung der Schnittfläche neue Pflänzchen. Dagegen konnte Blociszewski an abgeschnittenen Cotyledonen von Erbsen und Lupinen zwar Wurzeln, aber nie vollständige Pflänzchen erhalten.

Künstliches Endosperm.

Ersatz des Endosperms durch ein künstliches. Wie schon Gris beobachtete, fand auch van Tieghem, daß (bei Mirabilis) ein des Endosperms beraubter Embryo sich in den ersten Tagen normal zu einer Keimpflanze ausbildet; aber das weitere Wachsthum unterbleibt, indem die Knospe sich nicht weiter entwickelt. Aber er fand auch die interessante Thatsache, daß für das weggenommene Endosperm mit Erfolg ein künstliches substituirt werden kann. Er hüllte nämlich die nackten Embryonen von Mirabilis in einen Brei, der aus ihrem eigenen mit Wasser zerriebenen Endosperm oder auch aus Kartoffelstärke oder Buchweizenmehl gebildet worden war. Es bildeten z. B. nach 12 Tagen nackte Embryonen 35 Millim. lange Stengel mit unentwickelter Plumula, und 15 Millim. langen Cotyledonen, in Endospermbrei eingehüllte 60 Millim. lange Stengel mit 20 Millim. lang entwickelter Plumula und 25 Millim. lange Cotyledonen, während die normal gekeimten 70 Millim. lange Stengel mit 40 Millim. lang entwickelter Plumula bekommen hatten. Es wurde auch constatirt, daß die Embryonen einen Theil dieser künstlichen Nahrung aufnehmen, wenn auch bedeutend weniger als aus dem natürlichen und normal anhaftenden Endosperm.

IV. Verlust und Verletzungen der Wurzeln.

Folgen der Verletzung der Wurzeln.

Eine Pflanze kann aus verschiedenen Ursachen plötzlich ihre ganze Wurzel verlieren, entweder durch Thiere, welche in der Erde die Wurzeln verzehren oder durchbeißen, oder durch allerlei Unfälle, die durch die Schuld

des Gärtners herbeigeführt werden. In solchem Falle findet eine ungenügende Wasserzufuhr und eine Unterbrechung der Ernährung statt, und die Folgen sind ungefähr dieselben, von welchen beim Abschneiden der Sprosse die Rede war. Pflanzen, deren Theile viel Wasser enthalten und stark transpiriren, bekunden den Verlust sehr bald durch Welkwerden. So stehen namentlich krautartige Gewächse, denen durch schädliche Thiere die Wurzel abgebissen oder zerfressen worden ist, plötzlich welk da. Härtere, saftärmere Pflanzen, die kein eigentliches Welken erleiden, wie zahlreiche bei uns als Topfpflanzen cultivirte exotische Holzgewächse, lassen ein allmähliches Gelb- oder Braunwerden und Abfallen oder Vertrocknen der Blätter eintreten, so daß jede Pflanzenart hierbei ihre eigenen Symptome zeigt. Am wenigsten empfindlich sind die Succulenten, weil diese wegen ihrer geringen Verdunstung längere Zeit ohne Wurzel existiren können und meist leicht sich wieder bewurzeln.

Verletzung der Wurzeln beim Versetzen.

Ein theilweiser Verlust der Wurzeln oder wenigstens eine Verwundung derselben, durch welche die normale Auffaugung von Wasser und Nährstoffen aus dem Boden gestört wird, ist fast bei jedem Versetzen der Pflanzen unvermeidlich. Wenn man kleinere, krautartige Pflanzen nicht mit dem ganzen Erdstück, in welchem sie wurzeln, aushebt, sondern den Wurzelkörper erst vom Erdreich befreit und dann umsetzt, so tritt fast immer unmittelbar nach dem Umsetzen, selbst wenn reichlich gegossen worden ist, ein mehr oder minder starkes Welken der ganzen Pflanze ein, welches unter Umständen sogar einen tödtlichen Ausgang haben kann; z. B. beim Auspflanzen junger Salatpflanzen, Rüben u. dergl. ist das eine allbekannte Erscheinung. Sie hat ihren Grund in der Zerstörung der eigentlich auffaugenden Theile der Wurzeln. Dieses sind die jungen Enden derselben, soweit sie mit Wurzelhäaren bekleidet sind. Beim Ausheben der Pflanzen werden diese Enden sehr leicht entweder ganz abgerissen oder doch ihrer Wurzelhaare beraubt, weil diese mit den kleinen Bodenpartikelchen innig verwachsen sind. Ein in dieser Weise verwundeter Wurzelkörper vermag daher unmittelbar nachher nicht in genügendem Grade zu functioniren; erst dann, wenn die Wurzelspitzen wieder ein neues mit Haaren versehenes Stück gebildet haben oder neue Seitenwurzeln entstanden sind, verschwindet mit dem Beginn erhöhter Wurzelthätigkeit der welke Zustand wieder. Nach dem Gesagten begreift sich ferner, daß beim Versetzen der Holzpflanzen umsomehr eine Unterbrechung der Wurzelthätigkeit eintreten muß, weil hierbei fast immer eine gröbere Verwundung, ein Abreißen oder Abhauen stärkerer Wurzeln stattfindet. Je größer der Strauch oder Baum ist, desto weniger ist es möglich, den ganzen Wurzelkörper unversehrt auszuheben und beim Umsetzen erwachsener Bäume ist eine bedeutende Verstümmelung der Wurzeln ganz unvermeid-

lich. Die nächste Folge ist daher auch hier, daß den vorhandenen Aesten nur spärlich Nahrung und Wasser zugeführt wird und daß sie bald absterben oder schwächliche Triebe bilden. Man muß daher versetzten Bäumen einen Theil der Aeste nehmen und dadurch die Entwickelung einzelner Knospen zu neuen Zweigen befördern, die dann in dem Maaße als der Wurzelkörper sich erneuert, an die Stelle der verlorenen Aeste treten. Es ist sogar möglich, erwachsene, alte Bäume umzusetzen, wiewol die Unsicherheit des Erfolges mit dem Alter des Baumes zunimmt. Das Umsetzen kleinerer Gehölze muß hiernach mit möglichster Schonung des Wurzelballens geschehen, bei Topfpflanzen müssen gerade die äußersten Wurzeln, welche sich auf dem Boden und an den Wänden des Topfes ausbreiten, da sie die jüngsten und thätigsten sind, geschont werden.

V. Verstümmelung des Stammes und der Zweige.

Verschiedenes Verhalten der Pflanze.

Die Folgen, welche der Verlust oberirdischer Achsenorgane nach sich zieht, richten sich nach der Art der Pflanze. Wir haben in dieser Beziehung Einjährige, Perennirende, Laubhölzer und Nadelhölzer zu unterscheiden.

Einjährige Kräuter.

I. Verhalten der einjährigen Kräuter. Für einjährige Pflanzen ist der Verlust des ganzen laubtragenden oberirdischen Stammes in der Regel tödtlich, denn die zurückbleibende Wurzel stirbt darnach ab. Wenn jedoch die unteren Theile des Stengels noch erhalten geblieben sind, so schlagen dort die Pflanzen oft wieder aus, indem die Anlagen ruhender Knospen, die sich in der Achsel der untersten Blätter befinden und sonst unentwickelt bleiben, in diesem Falle zu Sprossen sich entwickeln. Wenn die Stengel der Pflanzen durch Abweiden, Abtreten, Abfahren, Abschneiden u. dergl. mehr oder minder verloren gegangen sind, treten die hier angedeuteten Erscheinungen ein. Wiederholt sich die nämliche Verwundung an den neugetriebenen Sprossen, so kann durch die immer erneute Entwickelung von Knospen an den unteren Theilen eine Vervielfältigung der Sprossen verschiedenen Grades (Polycladie) zu Stande kommen, welche mehr oder minder an die sogleich zu besprechenden Besen und ähnliche Erscheinungen an den Holzpflanzen erinnert. Man kann auch durch ein wiederholtes Zurückschneiden der Stengel einjährige Kräuter zu längerer Lebensdauer bringen, zu zweijährigen oder sogar mehrjährigen machen, indem in Folge dessen der untere Theil des Stengels sich verdickt und verholzt, wie z. B. bei der Reseda odorata.

Perennirende Kräuter.

II. Verhalten der perennirenden Kräuter. Von diesen gilt in dieser Beziehung ungefähr dasselbe. Nur ist hier der einmalige Verlust des ganzen oberirdischen Theiles in der Regel nicht tödtlich, denn die meisten Perennirenden haben unterirdisch ein Rhizom, dessen Triebe

neue oberirdische Stengel zu entwickeln vermögen. Indessen ist der Erfolg nach der Lebensweise der Pflanze etwas verschieden. Diejenigen, deren Entwickelungsperiode an eine ganz bestimmte Jahreszeit geknüpft ist und auch nur ein einziges Mal im Jahre einzutreten pflegt, wie z. B. die eigentlichen Frühjahrspflanzen, kommen durch Abschneiden ihrer oberirdischen Theile um die Vegetation eines vollen Jahres, denn sie treiben erst wenn im nächsten Frühlinge ihre Zeit gekommen ist, von neuem. Viele andere ersetzen noch in demselben Jahre die verlorenen Triebe ein und sogar mehrere Male, wie wir vom Klee und ähnlichen Pflanzen wissen, welche mehrmals im Jahre geschnitten werden können. Eine perennirende Pflanze erträgt um so leichter einen mehrmaligen Verlust ihrer grünen oberirdischen Organe, je später die letzteren weggenommen werden, also je länger sie an den Pflanzen functionirt haben. Denn diese sind nöthig, um die unterirdischen Organe zu ernähren, mit Reservestoffen zu füllen und sie so in den Stand zu setzen durch Bildung neuer Sprossen die Pflanze zu verjüngen. Wenn man daher beharrlich die jungen oberirdischen Triebe bald nach ihrem Erscheinen wieder wegschneidet, so findet keine Ernährung der unterirdischen Theile statt, vielmehr werden dieselben durch die wiederholte Bildung neuer Organe erschöpft, und die Pflanze geht endlich aus. Deshalb ist dies auch ein Mittel, um Unkräuter, bei denen das Ausroden der unterirdischen Theile sich schwer bewerkstelligen läßt, zu vertilgen.

Holzpflanzen.

III. Verhalten der Holzpflanzen. Von äußerst mannigfaltiger Art sind die Verluste, welche der Stamm und seine Verzweigungen bei den Holzpflanzen erleiden, sowie die Folgen, welche nach diesen Wunden eintreten. Es kommt hinzu, daß in letzterer Beziehung die Baumarten vielfach specifische Verschiedenheiten zeigen. Um daher diese Fülle von Erscheinungen in eine übersichtliche Darstellung zu bringen, müssen wir einzeln für sich betrachten 1. den Verlust jüngerer, d. h. ein- oder wenigjähriger Zweige oder von Stücken solcher Zweige oder von Knospen, 2. den Verlust der ganzen Krone, des Gipfeltriebes oder der stärkeren Aeste und 3. den Verlust des ganzen Stammes, und es wird bei jedem dieser drei Punkte anzugeben sein, inwiefern etwa die einzelnen Gehölzarten hinsichtlich der Folgen sich verschieden verhalten. Will man nur ganz allgemein die überhaupt möglichen Folgen dieser Verwundungen wissen, so ist zu antworten, daß diese dreierlei sein können: entweder der Tod der ganzen Pflanze, oder bei partieller Verwundung das Fortleben des nicht verstümmelten Theiles der Pflanze ohne daß in der Nähe der Wundstellen eine Neubildung von Sprossen zum Ersatz der verloren gegangenen zu bemerken ist, oder endlich, und das ist der häufigere Fall, in der Nähe der Wunde eine Neubildung von Organen, welche im

normalen Zustande an diesen Punkten der Pflanze nicht stattfindet und daher unzweideutig als Folge der Verletzung sich darstellt. Diese Neubildungen sind, wenn wir hier von den Erscheinungen der eigentlichen Wundenheilung, d. i. von den Ueberwallungen, absehen, Knospen und Sprossen, durch deren Entwickelung die Pflanze einen Ersatz für die verloren gegangenen anstrebt. Alle diese Neubildungen bezeichnen die Praktiker mit dem Namen Reproductionen, und es kann auch wissenschaftlich diese Bezeichnung für den angegebenen Begriff beibehalten werden, nur darf man darunter nicht das verstehen, was wir als Regeneration bezeichnen, wie etwa bei gewissen Amphibien, deren Gliedmaßen nach Verstümmelung sich wieder vervollständigen, denn der verstümmelte Sproß selbst kann sich nicht erneuern, es sind immer völlig neue dem verloren gegangenen allerdings morphologisch gleiche Sprosse, deren Entstehung hier als Reproduction bezeichnet wird.

1. Verlust der Knospen und jüngeren Zweige der Holzpflanzen.

Verlust der Knospen und jüngeren Zweige.

Wenn wir den Verlust der Knospen und der ein- und wenigjährigen Zweige von den übrigen Verwundungen des Stamm- und Zweigsystemes absondern, so geschieht es deshalb, weil die Reproduction nach diesen Verwundungen fast immer nur aus normalen Seitenknospen (Achselknospen) erfolgt, also aus solchen, welche bei jeder Pflanzenart eine durch den morphologischen Aufbau festbestimmte Stellung haben, während bei jenen anderen Verwundungen vorwiegend nur Adventivknospen, also endogen im Cambium ohne bestimmte Zahl und Stellung sich bildende Knospen, die Reproduction übernehmen.

Veranlassungen.

A. Veranlassung der Verstümmelungen. Knospen und junge Zweige gehen den Holzpflanzen durch Verwundung aus vielen Veranlassungen verloren. Dahin gehört der künstliche Schnitt, den man an Obst- und Ziersträuchen und besonders an denjenigen Gehölzen anwendet, die zu lebendigen Zäunen und Hecken gezogen oder nach französischem Geschmack zu allerlei Formen zugestutzt werden. Ferner die Verstümmelungen, die an ganz jungen Pflänzchen, z. B. in Saatkämpen, oder an ganz niedrigen Sträuchern, durch die Sichel beim Grasmähen, sowie durch Zertreten, Zerfahren und ähnliche durch den Verkehr bedingte Zerstörungen herbeigeführt werden. Zahlreich sind die hierher gehörigen Verwundungen, welche die Thierwelt verschuldet. In erster Linie steht hier das Verbeißen der jüngeren Triebe durch Vierfüßler, besonders durch das Wild, zumal Rehe, und durch vorüberziehendes Vieh, was zu jeder Jahreszeit, jedoch beim Wild besonders im Winter bei Schnee geschieht und die kleinsten, jüngsten Pflänzchen bis zu größeren Individuen, soweit das Thier die Triebe erreichen kann, betrifft und darin

besteht, daß entweder nur die Spitzen oder größere Stücke der einjährigen Triebe abgezwickt und gefressen werden. An den stehengebliebenen Zweigstumpfen sind dann häufig noch die Zahnspuren der Thiere kenntlich. Durch manchen Insektenfraß werden Knospen oder Triebe zwar nicht aufgefressen, aber doch so verwundet, daß dieselben absterben und dann gewöhnlich noch eine Zeit lang im dürren, oft entlaubten Zustande stehen bleiben, besonders bei den Nadelhölzern als Spieße bezeichnet. So sticht der Kiefernrüsselkäfer (Curculio pini) die ein- und wenigjährigen Triebe der Kiefer an, die dadurch zahlreiche Stichstellen mit Harzerguß bekommt, in Folge dessen der Trieb über diesen Stellen oft vertrocknet. Die Larven des Erlenrüsselkäfer (Curculio lapathi) durchwühlen das Innere der Triebe der Birken, Erlen, Weiden und Pappeln, so daß dieselben trocken werden und absterben. Die Larve des Haselnbockkäfers (Cerambyx linearis) bohrt sich an jungen Trieben in die Markhöhle ein und steigt fressend bis in den zwei- oder dreijährigen Trieb herab, worauf die Zweigspitzen schnell verderben. Die Räupchen der Forleule (Noctua piniperda) auf der Kiefer, bohren sich in die Maitriebe ein, die dann herabhängen und braun werden. Die Fichtenmotte (Tinea abietella) frißt die Gipfel- und Quirlknospen der Fichte und Tanne aus, auch wol darunter in der Rinde und im Mark des Triebes, so daß die Knospen oder die eben hervorbrechenden jungen Triebe absterben. Eine andere eigene Art von Verwundungen, die sich hier anschließt, sind die sogenannten Abbiße und Absprünge. Man versteht darunter die Erscheinung, daß ganze, unversehrte einjährige Triebe von den Bäumen sich ablösen und abfallen, so daß sie bisweilen in großer Zahl den Boden rings um den Baum bedecken. Unter diesen Bezeichnungen sind nun aber verschiedene Erscheinungen begriffen worden[1]), die nur zum Theil wirklich pathologisch sind. Sicher ist, daß sie theilweis wirklich von Thieren verursacht werden, und diese allein sind als Abbiße zu bezeichnen. An den Fichten und Tannen beißen die Eichhörnchen im Herbst und Winter einjährige Zweiglein ab, um die Blütenknospen derselben auszufressen und lassen sie dann fallen, so daß an den auf dem Boden liegenden Abbißen die Knospen ausgefressen sind und die Abgliederungsstelle durch ihre Zerfaserung den Biß verräth. Eine andere Art Abbiße bewirkt an den Kiefern der Kiefermarkkäfer (Hylesinus piniperda), welcher im Sommer die ein- bis dreijährigen Triebe, besonders die Seitentriebe, an älteren Pflanzen auch die Gipfeltriebe anbohrt und das Mark derselben ausfrißt, so daß diese an den Bohrstellen abbrechen. Aehnliches vollbringt

[1]) Man vergleiche die Auseinandersetzungen von Röse und Gonnermann in Bot. Zeitg. 1865 Nr. 14, 41 und 34; sowie Ratzeburg, Waldverderbniß. I. pag. 219.

der Eichenweichkäfer (Cantharis obscura), der die jungen Eichentriebe einige Zoll unter der Spitze anbeißt, um daran zu saugen, worauf sie abbrechen. Eigentliche Absprünge aber sind eine normale Erscheinung, die mit dem herbstlichen Blattfall am nächsten verwandt ist, denn wie dieser kommen sie durch eine organische Abgliederung zu Stande, indem sich an der Basis oder unmittelbar über dem untersten Internodium einjähriger seltener mehrjähriger Triebe eine Trennungsschicht aus Korkgewebe bildet, welche die Abgliederung des frischen, mit ausgebildeten Blättern versehenen Zweiges im Sommer oder Herbst zur Folge hat. Am häufigsten sind solche Absprünge bei Taxodium, wo sie eine regelmäßige Erscheinung sind, ferner bei Quercus, Populus, Salix, und auch bei der Fichte kommen unzweifelhaft wirkliche Absprünge vor, welche nicht von den Eichkätzchen bewirkt werden und die besonders nach Sturm in Menge abfallen; auch bemerkt man sie, wenn auch minder häufig, bei vielen anderen Holzgewächsen. Diese von selbst sich ablösenden Absprünge sind im Allgemeinen schwächliche Zweige, die im Verhältniß zu anderen ein kärgliches Wachsthum zeigen, für den Weiterbau des größeren Zweiges, an dem sie sitzen, überflüssig sind; sie lösen sich daher nach allgemeinen physiologischen Gesetzen nach Vollendung ihres Lebenslaufes aus dem Verbande des Ganzen. Sie tragen offenbar mit zur typischen Baumgestalt mancher Gehölze bei, lassen aber pathologische Folgen wol nicht erkennen, daher wir sie hier nicht weiter berücksichtigen.

Folgen der Verstümmelungen.

B. Folgen der Verstümmelungen. Die in Rede stehenden Verstümmelungen fallen natürlich für ganz junge Pflänzchen relativ stark in's Gewicht und sind denn auch für diese oft tödtlich. Wenn Wild in Saatkämpen ein- oder wenigjährige Kiefern verbeißt, so gehen oft viele derselben ein[1]), während ein- bis dreijährige Fichten, denen oft nur die Spitzen abgezwickt werden, durch Reproduction sich retten[2]). Ebenso werden, wenn der Kiefernrüsselkäfer junge Pflänzchen angeht, dieselben gewöhnlich plötzlich getödtet[3]). Dagegen sind für ältere Pflanzen und besonders erwachsene Bäume diese Verwundungen an und für sich, und selbst wenn sie in Menge über die Pflanze verbreitet sind, nicht tödtlich; und wenn sie darnach doch nach längerem Kümmern endlich der Tod ereilt, so kann man anderweite ungünstige Umstände, wie Klima, Bodenverhältnisse oder gar andere inzwischen angekommene Feinde als mitwirkende Ursache vermuthen. Sehr bald nach der Verwundung regt sich an den verstümmelten Pflanzen die Reproduction, und diese führt nun

[1]) Ratzeburg, Waldverderbniß I. pag. 191.
[2]) l. c. pag. 258.
[3]) l. c. pag. 119.

zu einer ganzen Reihe abnormer Erscheinungen in der Zweigbildung und in der Gesammtform der ganzen Pflanze.

Verzweigungsfehler; deren morphologischer Charakter.

1. Verzweigungsfehler. Wenn ein- oder wenigjährige Triebe stückweis oder total verloren gehen, so sind, etwa mit Ausnahme ein- oder wenigjähriger Pflänzchen, unter der Wundstelle immer irgendwo normale Achselknospen schon vorhanden oder es giebt daselbst Blätter, welche in ihren Achseln nachträglich solche erzeugen oder die sonst unentwickelt bleibenden Anlagen solcher zur vollständigen Ausbildung bringen können. Diese Knospen sind es, welche dann zu treiben beginnen und zum Ersatz des verloren gegangenen Sprosses neue Triebe (Ersatztriebe) machen. Schon der Umstand, daß es häufig mehr als eine Knospe ist, die unterhalb eines Zweigstumpfes geweckt wird, hat eine Vermehrung der Zweige zur Folge. Selbstverständlich kann in der Gartenkunst durch die Willkür des Schnittes dem entgegengearbeitet werden, wenn der Zweig bis auf eine Knospe zurückgeschnitten wird oder wenn man ihn gerade über einer kräftigen Knospe abschneidet oder einknickt, wodurch die letztere allein zu üppiger Entwickelung angeregt wird. Wenn nun aber an den Ersatztrieben die Verstümmelungen sich wiederholen, wie z. B. beim Heckenschnitt und ganz besonders beim Verbeißen des Wildes und des Viehes, welches gerade die Gewohnheit zu haben scheint, die einmal verbeizten Büsche immer wieder aufzusuchen, so wirkt das um so mehr hin auf eine Vervielfältigung von Sprossen verschiedenen Grades oder auf Polycladie,

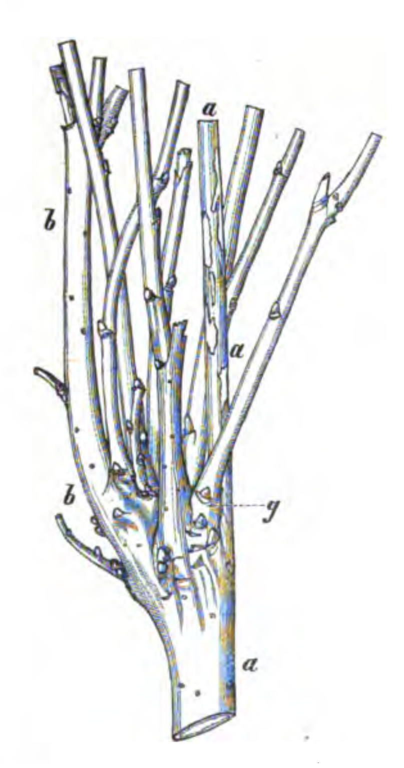


Fig. 3.

Rüster, Bildung von Ersatztrieben aus unteren Seitenknospen, nach wiederholtem Verbeißen durch Wild. a a a Hauptsproß. b b Zweig, beide in den oberen Theilen abgebissen gleich den Ersatztrieben. Die Bißstellen liegen zum Theil in größerer Höhe, daher in der Figur nicht dargestellt. Die Ersatztriebe sind alle aus den untersten Seitenknospen entwickelt worden, deren noch welche bei g vorhanden sind.

wie diese Erscheinung im Allgemeinen bezeichnet werden kann, deren höchste Grade wol auch Zweigwucherungen oder Besen genannt werden. Die hierher gehörigen Polycladien sind sämmtlich daran zu erkennen, daß immer die Bruchstellen der verloren gegangenen Zweige oder die noch stehengebliebenen Stumpfe derselben zu sehen sind. Die aus mehrmaliger Wiederholung der Verstümmelung hervorgegangenen zeigen eine ungewöhnlich große Anzahl verschiedenalteriger, von einem einzigen oder von nahe bei einander befindlichen Punkten entspringende Zweige und Zweigstumpfe, die an ihrer Basis immer wieder ausschlagen. Wie nun diese Zweigwucherungen entstehen, darüber geben die morphologischen Verhältnisse der Sprosse der verschiedenen Holzpflanzen Aufschluß. Zugleich verdient auch Berücksichtigung, daß die Ersatztriebe selbst bisweilen gewisse morphologische Abnormitäten zeigen. Es sollen im Folgenden die wichtigsten Formen dieser Reproductionen kurz charakterisirt werden.

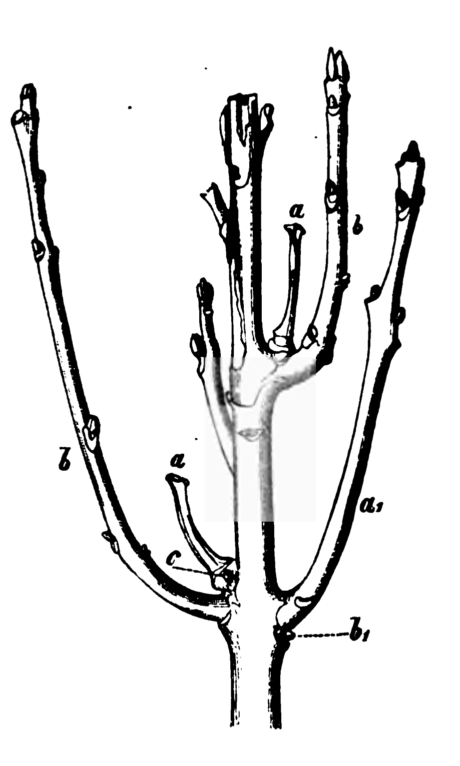


Fig. 4.

Esche, Bildung von Ersatztrieben aus Beiknospen, nach Verbeißen durch Wild, a_1 ein normaler Achselsproß, b_1 dessen normal unentwickelt bleibende Beiknospe. Bei a a die Achselsprosse gleich dem Hauptsproß abgebissen, dafür die Beiknospen derselben b b zu Ersatztrieben entwickelt. Bei c eine Secundärknospe.

a) Nur die normalen Achselknospen der untersten ersten Laubblätter an der Basis des Sprosses werden nach dessen Verstümmelung zu Ersatztrieben entwickelt. Diese Knospen sind bei den meisten Laubhölzern von den übrigen durch auffallend geringere Größe und schwächere Entwickelungsfähigkeit unterschieden, indem sie unter gewöhnlichen Verhältnissen im Knospenzustand verbleiben und nicht zum Austrieb kommen, sogenannte schlafende Knospen. Darum findet man sie meistens auch noch auf der Basis des zwei- und selbst mehrjährigen Triebes,

und erst im späteren Alter verschwinden sie. Als Beispiel für dieses Verhältniß kann die Rüster dienen. Nach Verbeißen durch das Wild werden hier diese schlafenden Knospen geweckt und zu neuen Trieben entwickelt, wie Fig. 3 zeigt. Uebrigens gehören auch die meisten anderen Laubhölzer zu diesem Typus. Nach starkem und wiederholtem Verbeißen können wol hier überall auch einige der unter d genannten Secundärknospen zur Entwickelung kommen.

b) Die Ersatztriebe werden außer aus Achselknospen auch aus **Beiknospen** (**accessorischen Knospen**) oder aus diesen allein gebildet. Solche Knospen kommen neben der eigentlichen größeren Achselknospe in den Blattachseln vor bekanntlich bei Lonicera, wo sie über, bei Fraxinus excelsior 2c., wo sie unter den Achselknospen stehen. An der Stellung der Ersatztriebe, die sich hier nach Verbeißen u. dergl. bilden, erkennt man deutlich die eben bezeichnete Herkunft derselben (vergl. Fig. 4).

c) Die Reproduction geschieht vermittelst der von **Henry Secundärknospen**, von **Schimper Säumaugen** genannten kleinen Knospen, welche bei manchen Holzpflanzen normal in der Achsel der untersten Schuppen der Knospen sich bilden und daher an der Basis der letzteren entweder freistehend oder noch von der vorhandenen Knospenschuppe bedeckt sichtbar sind. So befindet sich bei den Weidenarten, sehr deutlich z. B. bei Salix purpurea, rechts und links von der Narbe des Tragblattes eine kleine Secundärknospe unmittelbar hinter den beiden verwachsenen Knospenschuppen als Achselproduct derselben. Im normalen Zustande bleiben sie unterdrückt, werden aber geweckt, wenn der Zweig, an dem sie stehen, oder auch wenn der Hauptsproß über diesem Zweige verstümmelt wird.

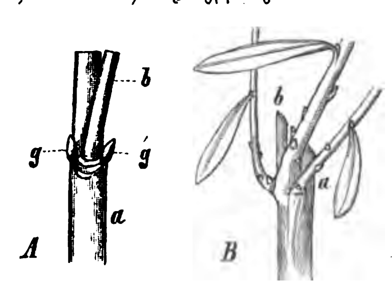


Fig. 5.

Weide, Bildung von Ersatztrieben aus Secundärknospen. A Stück eines Zweiges von Salix purpurea. a Hauptsproß, b Zweig, g g die Secundärknospen. B Salix repens, durch die Sense beim Grasmähen abgeschnitten und zwar sowohl der Hauptsproß a, wie der Zweig b. Dafür aus Secundärknospen Ersatztriebe, deren einer wieder aus einer solchen Knospe getrieben hat.

Fig. 5 zeigt die Reproduction aus diesen Knospen an der auf Wiesen wachsenden Salix repens, welche von der Sense bei der Heuernte verstümmelt worden ist.

d) Knospen, die ihrem morphologischen Charakter nach ebenfalls **Secundärknospen** genannt werden können, die aber unter normalen Verhältnissen gar nicht vorhanden sind, werden erst in Folge der Verstümmelung angelegt und dann zur Triebbildung benutzt. Für den Morpho-

legen bedarf es nicht des Hinweises, daß dieser Fall vom vorigen sich durch keine scharfe Grenze trennen läßt, da der Vegetationspunkt einer Achselknospe jedenfalls schon frühzeitig angelegt sein muß; und der Unterschied des vorliegenden Falles würde nur darin bestehen, daß hier diese Vegetationspunkte unter normalen Verhältnissen auf ihrer ersten Anlage stehen bleiben und die Entwickelung zu wirklichen Knospen erst durch die Verwundung bedingt wird. Solche Secundärknospen entwickelt besonders die Fichte nach dem Schnitt und nach Verbeißen. Bekanntlich haben die Fichtensprosse unter der Terminalknospe in den Achseln der obersten Nadeln Achselknospen, welche ungefähr einen Quirl bilden an kräftigen Sprossen, an schwächeren Trieben nur in der Ein- oder Zweizahl vorhanden sind (Fig. 6, B) oder ganz fehlen. Wenn die Knospen oder die aus ihnen hervorgegangenen Triebe verstümmelt sind, so erscheinen Ersatzknospen aus den Achseln der Knospenschuppen, welche die Basis sowol des Endtriebes wie der Quirltriebe umsäumen. Der aus der Gesammtheit der Knospenschuppen bestehende manschettenförmige Schuppenansatz, aus welchem im normalen Zustande nur der Sproß selbst sich erhebt, umfaßt nach Verlust des letzteren mehrere Knospen, die alle entwickelungsfähig sind. So kommt das abnorme Verhältniß zu Stande, daß der Hauptsproß einen Quirl von Seitenknospen über dem Schuppenansatze trägt, während der normale Knospenquirl stets unter demselben steht. Wenn im nächsten Jahre die aus den Ersatzknospen entwickelten Triebe wieder verstümmelt werden, so wird aus der Schuppenmanschette, mit der sie am Grunde beginnen, wieder eine Anzahl Knospen in derselben Weise gebildet. So kann schließlich der primäre Schuppenansatz ein ganzes Bouquet von Knospen und Zweigstummeln umfassen. Den Anfang zu einer solchen Bildung stellt Fig. 6 dar. Bei der Entwicklung dieser secundären Knospen ist auch Gelegenheit zur Bildung eigenthümlicher Uebergänge zwischen Knospenschuppen und Nadeln gegeben. Denn die Knospen treiben zuweilen ein wenig, indem

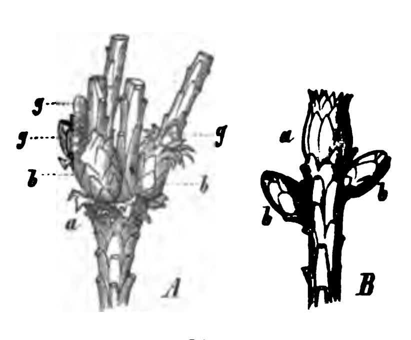


Fig. 6.

Fichte, Bildung von Ersatztrieben aus Secundärknospen nach Verbeißen durch Wild (A). Der Haupttrieb abgebissen, dafür über dem Schuppenansatze a drei Secundärknospen b b gebildet und zu Ersatztrieben entwickelt; letztere wieder abgebissen, dafür aus ihrem Schuppenansatz b wieder Secundärknospen g g g gebildet. B normaler Fichtensproß, welcher unter dem Schuppenansatz der Endknospe a die normalen Seitenknospen b b trägt.

sie einige ganz kurze, breite, einen oder wenige Millimeter lange grüne Nadeln auf die Knospenschuppen folgen lassen, um jedoch bald wieder mit Knospenschuppen abzuschließen.

e) In besonderer Weise verhält sich, ihres eigenthümlichen morphologischen Aufbaues wegen die Kiefer. Hier kann jedes der Nadelzweiglein, welche von häutigen Scheiden umhüllt je ein Nadelpaar tragen, eine Knospe zwischen den beiden Nadeln bilden aus dem dort befindlichen Vegetationspunkt des Zweigleins, welcher unter normalen Verhältnissen ruhend bleibt. Diese Knospen nennt man Scheidenknospen. Ist ein Kiefernsproß verstümmelt, so können aus einem oder mehreren unter der Wunde stehenden Nadelzweiglein Scheidenknospen hervorkommen, welche zu neuen Trieben auszuwachsen vermögen. Wenn z. B. durch Insekten die Nadeln selbst zum Theil abgefressen sind, wird die Bildung der Scheidenknospen, solange die Zweiglein selbst unverletzt sind, nicht verhindert, im Gegentheil dadurch noch mehr befördert. Auch die Seitenknospen, die sich normal an den Seiten der Kiefernsprossen stellenweis finden und gleich denen, die den Quirl unter der Endknospe bilden, an der Stelle von Nadelzweiglein auftreten, aber gewöhnlich viel schwächer als jene des Quirls sich entwickeln, werden in diesem Falle mit geweckt. Beiderlei Knospen entwickeln sich dann in typischer Form mit Nadelpaaren, und Zweige, an denen sie sich reichlich entwickelt haben, sind dann oft dicht buschig mit ihnen umkleidet. Indessen erreichen die Scheidentriebe, auch wenn sie unverletzt bleiben, kein hohes Alter; sie bleiben immer schwächlich und sterben nach einigen Jahren wieder ab, haben also nur eine provisorische Bedeutung; es sucht eine normale Seitenknospe den Höhentrieb zu übernehmen, denn es kann wahrscheinlich nur durch die normalen Gipfel- und quirlständigen Seitenknospen der Höhenwuchs und eine feste dauernde Beästung bei der Kiefer hergestellt werden.



Fig. 7.
Kiefer, Bildung von Scheidenknospen in Folge der Verstümmelung des Haupttriebes a. Zwischen den beiden meist abgeschnittenen Nadeln jedes Nadelzweigleins eine Knospe; zum Theil sind die Scheidenknospen auch schon zu einem mit mehreren Nadeln besetzten Ersatztriebe ausgewachsen. Nach Ratzeburg.

Einfluß der Jahreszeit.

Hinsichtlich der Zeit, in welcher die hier beschriebenen Ersatztriebe zur Entwickelung kommen, ist folgendes zu bemerken. Findet die Verletzung im Herbst, Winter oder zeitigen Frühjahr statt, also zu einer Zeit, wo der Zweig mit seinen Knospen vollständige Ausbildung erreicht

hat, so fällt die Entfaltung der Ersatzknospen in die regelmäßige frühjährliche Zeit des Knospenausschlags. Wenn aber der diesjährige Trieb schon im Sommer verstümmelt wird, so können seine an der Basis schon vorhandenen oder noch anzulegenden Ersatzknospen auch schon in demselben Sommer, als sogenannter Johannistrieb oder proleptisch, wie dies in der Botanik genannt wird, zum Austreiben kommen.

Abnorme Blattformen ꝛc. bei Verzweigungsfehlern.

Für alle hierher gehörigen Polycladien, und daher besonders für die durch sie bedingten abnormen Baum- und Strauchformen, von denen unten näher die Rede ist, ist es charakteristisch, daß die Blätter an den Ersatztrieben meistens mehr oder minder kleiner sind als die normalen, ohne jedoch sonst in der typischen Gestalt wesentliche Abweichungen zu zeigen. Dies ist sowol bei den Laubhölzern als auch bei den Nadelbäumen der Fall. Unter den letzteren macht sich an den Ersatztrieben meistens eine Kurznadligkeit auffallend, so bei der Kiefer und namentlich bei der Fichte, wo die Nadeln in ihrer Kleinheit an diejenigen der Krüppelsträucher an der Baumgrenze der Gebirge erinnern nnd so dicht an den Zweigen stehen, daß diese wie Bürsten aussehen (Bürstentriebe). Aber diese Verkleinerung der Blätter und Nadeln steht immer mit der Kümmerlichkeit der Ersatztriebe im Zusammenhange, und diese hängt wieder mit der vermehrten Anzahl, in der diese Triebe gebildet werden, zusammen; im Ganzen darf man um so kümmerlichere Ersatztriebe erwarten, in je größerer Zahl sie gebildet werden, indem die Nahrung, die sie erhalten, sich dann auf desto mehr vertheilt. Daher kann auch unter Umständen nach Verstümmelung das Gegentheil eintreten. wenn nämlich eine einzige, kräftige, entwickelungsfähige, normale Knospe oder ein Trieb stehen geblieben ist, der dann die ganze Nahrung an sich zieht, so erlangt derselbe leicht eine geile Entwickelung. Die Blätter eines solchen Triebes werden oft ungewöhnlich groß, oder es treten noch andere teratologische Erscheinungen ein, z. B. bei der Kiefer, wo dann manche Nadelzweiglein drei statt zwei Nadeln tragen. Auch Scheidenknospen kommen dann leicht hinzu; sie sind bei Riesennadeln und bei Dreinadeligkeit nichts seltenes.

Schwächung der Holzbildung.

Eine Schwächung in der Bildung des Holzes, insbesondere des Jahresringes nach Verstümmelung von Zweigen ist schon vom theoretisch physiologischen Standpunkte zu erwarten, da ja dabei ein Verlust grüner Blätter stattfindet. Ratzeburg[1]) hat denn auch durch Beobachtung die schwächere Bildung des Jahresringes nach Verbeißen durch Wild an den verstümmelten Zweigen festgestellt, so bei der Kiefer, der Lärche, der Tanne. Näheres

[1]) Waldverderbniß I. pag. 194 und II. pag. 25, 67.

über diese Erscheinung im nächsten Absatze, wo dieselbe als Folge des Verlustes der Laubblätter weitere Erörterung verdient.

Abnorme Strauch- und Baumformen: beim Verbeißen durch Wild.

2. Die abnormen Strauch- und Baumformen, welche durch die in Rede stehenden Verwundungen veranlaßt werden, hängen natürlich sehr von dem Grade und dem Umfange der Zerstörungen und nicht wenig auch davon ab, wer der Thäter ist. Das Verbeißen, welches das Wild ausübt, betrifft selbstverständlich nur Pflanzen, die niedrig genug sind, um vom Wild (zumeist Rehe und Hirsche) und vom Weidevieh erreicht werden zu können. Nach langjährigem Verbeißen werden junge Gehölze in Folge der Anhäufung vieler kurzer Triebe zu immer gedrungeneren Strauchformen. Fichten sehen aus wie dichte Perücken oder Pyramiden; doch findet sich leicht ein Gipfeltrieb, der vom Wild unerreicht, den Höhenwuchs aus der Pyramide heraus übernimmt. Ganz ähnlich verhält sich die Kiefer. Aber der Höhenwuchs kann auch ganz verhindert werden. Ratzeburg[1]) berichtet von Kiefern, die auf einer Trift ständig von Schafen verbissen, nur auf dem Boden hingestreckte Stämme, mit kurzen, sich erhebenden Trieben bekommen hatten und von ferne wie grüne Rasen aussahen. Die Lärche wird nach Ratzeburg[2]) durch Verbeißen bald zu dichten, besenförmigen Büschen, aus denen aber immer Langtriebe hervorkommen, von denen schließlich einer zum Kronenaste wird, der in der Mitte des Busches sich erhebt, oder sie bildet niedergestreckte Triebe, die wie ein großes Nest aussehen, aus dem sich endlich auch ein Höhentrieb emporarbeitet. Schon ganz junge Lärchenpflänzchen verbissen bekommen die Neigung, die Aeste, die sie bald nach dem Verbeißen proleptisch treiben, horizontal auszubreiten. Unter den Laubhölzern vertragen Eiche, Rothbuche und Hainbuche vieljähriges Verbeißen am besten. Sie bilden wie auf einem Perückenstocke stehend ein dichtes Nest von Trieben oder werden zu dichtbuschigen Krüppeln mit knickigen und sperrigen Aesten; auch hier arbeitet sich, wenn er verschont bleibt, ein Gipfeltrieb heraus; wenn nicht, so bleibt die Pflanze jahrelang in der Strauchform. Junge Rüstern werden nach mehrjährigem Biß durch ihre ungemein zahlreichen büschelig stehenden Ersatztriebe zu wirklichen Besen. Alle solche verbeizte Büsche lassen sich wieder zum Höhenwuchs bringen, wenn man sie beschneidet, um den Trieb nach oben zu leiten, und sie eingattert, um die Thiere abzuhalten.

beim Schnitt.

Denselben Einfluß auf die Baum- und Strauchform hat der jährlich wiederkehrende Heckenschnitt und das Beschneiden der Formenbäume, die zu beliebigen Gestalten zurückgeschnitten werden können und in Folge

---

[1]) Waldverderbniß I. pag. 193.

[2]) l. c. II. pag. 66.

dessen durch die Anhäufung der Knospen und Triebe immer dichter werden.

In eigenthümlicher Weise werden die Baumformen durch die oben erwähnten Zweigzerstörungen durch Insekten verändert. Der Kiefernrüsselkäfer greift an Pflanzen vom verschiedensten Alter meist nur den Gipfeltrieb, aber auch Quirlzweige an; in den Kiefernschonungen sieht man daher durch ihn die ganze Gestalt des Wipfels verändert, und zwar in drei verschiedenen Formen, die Ratzeburg[1]) charakterisirt als „Langwipfel", d. h. von mehr gestreckter Form, weil Quirlzweige verloren gegangen und nur wenig Scheidenknospen entwickelt sind, „Kugelwipfel", von mehr runder Gestalt, weil viele Seiten- und Scheidenknospen Triebe gebildet haben, und „Besenwipfel", die in Folge ungemein reichlicher und dichtstehender Scheidenknospentriebe mehr ein hexenbesenförmiges Aussehen haben. Durch den Kiefernmarkkäfer, der die ein- bis dreijährigen Triebe abschneidet, erhält die Kiefer sehr mannigfaltige Baumformen. Der Vorgang besteht darin, daß die Krone entweder ringsum beschnitten wird oder nur an einzelnen Stellen, so daß sie lückig wird, oder darin, daß der Gipfeltrieb abgefressen wird. In letzterem Falle bilden sich unter der Bruchstelle Scheidenknospentriebe, die aber nach und nach wieder verkümmern, indem einer der Quirläste die Nahrung an sich zieht und stärker aufwärts treibt. Oft verunglückt dieser wieder und es findet sich dafür ein anderer tieferer. Dadurch entstehen theils noch schwach grünende, theils ganz trockene Besen, die bald den Wipfel selbst bilden, bald an der Basis des später zum Wipfel ausgebildeten Astes stehen. Durch wiederkehrenden Wettstreit können sich solche Punkte wiederholen. Es kommen dadurch mannigfaltig veränderte Baumformen zu Stande, die auf der schönen Taf. 4 im 1. Bande von Ratzeburg's Waldverderbniß zusammengestellt sind und zu deren Charakteristik wir den Autor[2]) hier selbst reden lassen: „Man kann in der Formveränderung der Schirmfläche bald stumpfere, bald spitzere Kegel, bald mehr gerupfte, besenförmige, aufgelöste, bald ganz geschlossene Mäntel unterscheiden, aus welchen letzteren dann nur vereinzelte Zweige wie Telegraphenarme, bald ganz bebuscht, bald langstielig hervorragen. Ich habe geglaubt, indem ich ihnen Namen gab, an andere Nadelholzgattungen erinnern zu müssen und habe die gedrücktesten mit Weißtannen, die lang gezogenen mit Cypressen, und die in der Mitte stehenden mit Fichten verglichen. Sehr lang und dünn hervorragende Wipfel sehen von Weitem wie Thürme (Minarets) aus. Demnach wäre die Fichten- und Tannen-Form wol die häufigste, die Cypressen-

bei Insectenfraß.

[1]) l. c. I. pag. 117 und Tafel 1a.

[2]) l. c. I. pag. 122.

Bildung die seltenste: sie möchte auch wol am ersten in dem geschlossenen Theil des Bestandes, wo die Kiefern recht lange beschnitten wurden, vorkommen, während die Tannenform an den Rändern herrscht oder auch unter Laubholz."

Hexenbesen.

Zu den Erscheinungen der Polycladie gehören auch jene abnormen Zweigwucherungen, welche auf einen einzelnen Punkt der übrigens normal gebildeten Baumkrone beschränkt sich zeigen und unter den Namen Hexenbesen, Wetterbüsche, Kollerbüsche oder Donnerbesen bekannt sind. Diese Gewächse haben meist vieljährige Dauer und bestehen aus einem dichten Gewirr von Zweigen, so daß sie von ferne einem Mistelbusch oder einem Elsternnest ähneln. Die Volkssage läßt sie von den Hexen auf ihren Zügen nach dem Blocksberg als Reitpferd benutzt werden. Unsere Kenntniß dieser Mißbildungen ist noch so unvollständig, daß wir dermalen nicht sagen können, inwieweit dieselben an diese Stelle gehören. Im Vorhergehenden ist mehrfach der Entstehung von Bildungen, die mit diesem Namen bezeichnet werden können, aus Anlaß von Verwundungen gedacht worden. Einige Hexenbesen sind aber sicher von dieser Stelle auszuschließen, jedenfalls alle diejenigen, wo weder an der Mutterachse, noch an den Zweigwucherungen irgend welche Verwundungen zu entdecken sind. Und dies dürfte wol bei den meisten eigentlichen Hexenbesen zutreffen. Sicher nachgewiesen ist eine andere, nicht auf Verwundung beruhende Ursache erst von einer einzigen Art dieser Mißbildung, nämlich von dem jedenfalls häufigsten aller Hexenbesen, demjenigen der Weißtanne, welcher von einem Rostpilz, Aecidium elatinum, (siehe Rostkrankheiten) hervorgerufen wird. Ueber die auf anderen Bäumen beobachteten Hexenbesen ist aus den folgenden darüber bisher vorliegenden Angaben meistens nicht zu entnehmen, ob sie hier oder anderswo ihren richtigen Platz haben. Linné[1]) verglich die Hexenbesen mit dem Weichselzopf und nannte eine damit behaftete Pflanze Planta plicata; er sah sie in Scandinavien auf Birken, Hainbuchen und Kiefern. Nach Schübeler[2]) sind sie in Norwegen auf der Birke häufiger als auf irgend einem andern Baume. Estreicher[3]) berichtet über Verfilzungen der Aeste und Endzweige an mehreren Bäumen und Sträuchern, als Weiden, Obstbäumen, vorzüglich Zwetschen und beschnittenen Spalierbäumen, auch Weißbuchen und Schlehen, die er besonders nach Ueberschwemmungen beobachtet haben will. Bei Moquin-Tandon[4]) ist die Rede von einer Broussonetia und einem Maulbeerbaume, wo aus einem Zweige innerhalb der Länge eines Zolles einige Hundert Triebe hervorbrachen, desgleichen von einem Hexenbesen an Ulmus campestris. Schacht[5]) sah Wetterbüsche auch an der Hainbuche und der Acacie, an Masters[6]) Aepfelbäumen, Weißdorn und Hainbuchen. Moquin-Tandon[7]) giebt als eine der Ursachen des Hexenbesens an die Umwandlung von Blüten in Laubknospen bei den in Kätzchen blühenden Pflanzen, wie Pinus, Larix, Carpinus, Betula, Salix, indem sich aus jeder

---

[1]) Philosophia botanica pag. 274.

[2]) Pflanzenwelt Norwegens pag. 181.

[3]) Isis v. Oken. 1833 pag. 485, cit. bei Moquin-Tandon, Pflanzen-Teratologie pag. 381.

[4]) Pflanzen-Teratologie pag. 380.

[5]) Der Baum pag. 134.

[6]) Vegetable Teratology. pag. 347.

[7]) l. c. pag. 380.

Blütenknospe ein Trieb entwickelt. Göppert[1]) sah an den Aesten einer Salix triandra eine Menge kleinerer wiederholt verzweigter und mit lauter sehr kleinen lanzettförmigen grünen behaarten Blättchen besetzten Zweige entspringen, so daß die Aeste von ferne wie ein dichter Blütenstrauß erschienen. Dieselbe Bildung fand ich an Salix alba; ein Ast hatte seine diesjährigen Zweige normal entwickelt mit Ausnahme eines einzigen, welcher etwas kürzer geblieben und durch vielgradige Verzweigung zu einem dichten Strauß sich entwickelt hatte; die Hauptachse desselben trug Laubblätter von nahezu normaler Größe, an den Seitenachsen nahm die Größe der Laubblätter immer mehr ab bis zu kleinen, stark behaarten, lanzettförmigen grünen Blättchen; die folgenden Verzweigungen trugen nur noch solche kleine Blättchen, hatten daher ein kätzchenförmiges Aussehen, und immer hatte jedes Blättchen schon wieder eine aus mehreren jungen Laubblättern bestehende Knospe in der Achsel. Verwundungen waren nirgend vorhanden. Die Erscheinung gehört also sicher nicht hierher; ob sie durch thierische Parasiten verursacht wird, was mir bei ihrer Aehnlichkeit mit verwandten Bildungen nicht unwahrscheinlich dünkt, kann ich nicht sagen, da ich keine Parasiten auffand. An Coniferen sind außer an der Weißtanne noch Hexenbesen beobachtet worden auf Fichten, deren Ursache Czech[2]) in Gallläusen (Chermes abietis) vermuthet, solche auf Kiefern, auf denen Hoffmann[3]) einmal einen Pilz, Cladosporium penicilloides, gefunden hat, auf Weimouthskiefern nach Ratzeburg[4]) und auf der Arve nach einer kurzen Notiz Kramer's[5]).

2. Verlust der älteren Aeste, des Gipfels und der Krone der Bäume.

Verlust der älteren Aeste, des Gipfels und der Krone. — Verhalten der Laubhölzer.

Die vorstehend genannten Verstümmelungen treten ein erstens in Folge von Witterungsphänomenen, wie bei Blitzschlag, bei Wind- und Schneebruch, wo bald Astbrüche, bald Gipfelbruch stattfindet. Ferner werden durch gewisse Kulturmethoden derartige Verwundungen hervorgebracht; so bei der Zucht der Kopfhölzer und beim sogenannten Ausästen oder Aufästen der Baumkronen. Letzteres ist entweder eine Grünästung, wobei noch lebendige Aeste abgesägt, abgehackt oder abgebrochen werden, oder eine Trockenästung, wenn sie sich auf schon vollkommen trockene und todte oder dürr werdende Aeste bezieht. Zur letzteren ist auch ein von selbst eintretender Proceß zu rechnen: die Reinigung des Stammes von den unteren Aesten, wenn die Bäume im geschlossenen Bestande stehen, weil hier in Folge des Lichtmangels die Blätter derselben sich und den Ast nicht mehr genügend ernähren, so daß dessen Gewebe in Folge der Functionslosigkeit absterben, der Ast vertrocknet

[1]) Arbeiten d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1840 pag. 104.
[2]) Citirt in Ratzeburg's Waldverderbniß. I. pag. 42.
[3]) Mykologische Berichte 1871, pag. 38.
[4]) l. c. I. pag. 42.
[5]) Bildungsabweichungen. Zürich 1864, pag. 3.

und von selbst abbricht oder durch Ausästen entfernt wird. Der Erfolg dieser gröberen Verwundungen für das Wachsthum des Baumes ist je nach Pflanzenarten und besonders bei Nadelhölzern und Laubhölzern verschieden. Die Reproduction muß nämlich hier durch Adventivknospen geschehen, also durch nicht vorgebildete, sondern im Cambium an beliebigen Stellen neu sich bildende, daher aus der Rinde hervorbrechende Knospen; selten sind an so alten Theilen noch einige schlafende Knospen, die einstmalige Achselknospen am jüngeren Holze waren und die so spät noch zum Austreiben fähig sind, vorhanden. Nur die Laubhölzer vermögen unter den Wundstellen so alter Theile eine Brut von Adventivknospen zu erzeugen, aus denen sich Zweige entwickeln, die nach und nach zu neuen Aesten erstarken. Darauf beruht die Zucht der Kopfhölzer, zu denen sich besonders Weiden, Pappeln und Buchen eignen. Der Stamm wird seiner Spitze beraubt; unter der Schnittfläche treiben neue Zweige aus, die man nach einer Reihe von Jahren abermals an ihrer Basis köpft, worauf neue Adventivknospen daselbst gebildet und geweckt werden. Indem dies nun immer wiederholt wird, wächst der kurze Stamm mit zunehmendem Alter zu ansehnlicher Dicke heran, trägt aber auf seinem durch die fortwährenden Verwundungen mehr oder minder unförmig erweiterten Kopfe nur verhältnißmäßig dünne, einander gleichstarke Aeste in meist ungewöhnlich großer Anzahl. Die Verdickung des Kopfes rührt auch mit von einer Art Ueberwallung her, die von der Basis der zahlreichen Lohden ausgeht und welche die alten Stumpfe einzuhüllen sucht und immer wieder neuen Adventivknospen den Ursprung giebt. Die so erzeugte Holz- und Rindenmasse des Kopfes senkt sich daher allmählig von oben über den Stamm herab. Sie hat eine ganz unebene Oberfläche, Hervorragungen, die theils berindet, theils schon entrindet sind. Im letzteren Falle zeigt sich das bloßliegende Holz als Maserholz, wie es stets bei reichlicher Adventivknospenbildung sich entwickelt. Die Rinde des Kopfes ist grindartig grob getäfelt. Die schließlich sich ergebende Baumform hängt übrigens noch davon ab, wie lange man die Aeste bis zum Abschlagen stehen läßt, und ob man späterhin die Aeste ungestört sich fortentwickeln läßt oder nur diese dem Kopfschnitt unterwirft. Bei denselben Laubhölzern wird die Neigung unter den Wundflächen sich durch Adventivknospen zu verjüngen auch nach dem sogenannten Kappen starker Aeste in der normalen und übrigens unverletzt bleibenden Krone bemerklich. Es tritt dann unter den Schnitt- oder Bruchstellen oft eine reiche Brut von Adventivknospen auf, aus denen dicht gedrängt stehende Zweige hervorgehen können, wie es besonders an den Pappeln, Roßkastanien, Linden &c. sehr gewöhnlich ist. Auch beim Veredeln hat häufig die Verwundung eine ungewöhnliche Entwickelung von Adventivknospen aus dem unter der

Pfropfstelle sich bildenden Wulst zur Folge. Moquin-Tandon[1]) berichtet von einer veredelten Ulme, an welcher unterhalb der Pfropfstelle mehr als tausend dicht gedrängte Zweige hervorgebrochen waren. Hinsichtlich der Ausschläge an den Kopfhölzern ꝛc. gilt ungefähr dasselbe, was unten von den Stockausschlägen gesagt ist, insbesondere auch was die verschiedenen Abnormitäten, welche in der Blattform ꝛc. auftreten können, anlangt.

Verhalten der Nadelhölzer.

Bei den Nadelhölzern tritt nach allen hier genannten Verwundungen meist gar keine Bildung von Adventivknospen und somit keine Erneuerung von Aesten auf; nur selten kommt hier und da ein kümmerliches Zweiglein, aus adventiver Bildung hervorgegangen, zur Entwickelung. Wenn eine Conifere ihren Gipfeltrieb verliert, so ist es einer der schon vorhandenen Seitentriebe nahe der Spitze, der sich geotropisch aufwärts krümmend und kräftiger wachsend allmälig an die Stelle des verlorenen Haupttriebes tritt, wie an entgipfelten Fichten und Tannen oft zu sehen ist. Selten werden wol auch zwei oder mehr Seitentriebe zugleich in dieser Weise beeinflußt, so daß der Stamm später von einem gewissen Punkte an zweigipfelig erscheint. Schübeler[2]) berichtet von Fichten in Norwegen, welche geköpft worden waren und an denen darnach aus den obersten horizontalen Aesten zwei bis fünf regelmäßige kleine Bäume emporgewachsen waren, sowie von einer anderen sehr alten Fichte, an welcher der Stamm durch die Mitte der Krone verfolgt werden konnte und in einer Höhe von ungefähr 2 m über dem Boden 12 Aeste aus dem Stamme hervorgewachsen waren, von denen einzelne sich bis 3,1 m in horizontaler Richtung ausstreckten, ehe sie sich nach oben richteten, und die alle wie besondere Fichtenbäume aufgewachsen waren. Wenn der Nadelholzstamm seitliche Hauptäste verliert, so tritt auch meistens keine Reproduction durch Adventivknospen ein; der Stamm behält die Aststumpfe oder die stehen gebliebenen trocknen Spieße und gleicht die Verzweigungsfehler nicht aus. Eine Ausnahme macht die Lärche, welche gleich einem Laubholz um diese Wundstellen reichliche Knospen entwickelt. Wo man diesem Baume durch sogenanntes Schneideln Hauptäste von unten an wegnimmt, da bedeckt sich der Schaft wieder bürstenförmig mit zahlreichen neuen Trieben, die um die Wundstellen hervorbrechen[3]).

Krüppelbäume der Baumgrenze.

Wenn die Einflüsse, welche die Bäume in dieser Weise verstümmeln, sich fortwährend wiederholen, dann erreichen die Verzweigungsfehler ihren höchsten Grad. So sehen wir die im Vorstehenden bezeichneten Verwundungen in allen ihren Formen und Combinationen ganz besonders

[1]) Pflanzen-Teratologie pag. 379.

[2]) Pflanzenwelt Norwegens, pag. 167.

[3]) Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß II., pag. 55.

in den Krüppelformen der Bäume an der Baumgrenze auf den Gebirgen und im Hochnorden, desgleichen an den Meeresküsten. Hier sind es vorwiegend die dort herrschenden starken Stürme, welche immerfort Gipfel und Aeste brechen und dadurch die für jene Gegenden charakteristischen Baumgestalten hervorbringen. Auch Lawinenstürze können ganz ähnliche Wirkungen haben. Das Nähere über die dadurch zu Stande kommenden Pflanzenformen ist im Kapitel über die Wirkungen der Luftbewegungen und der Niederschläge zu finden.

3. Verlust des Stammes.

Verlust des Stammes.

Der Verlust des ganzen Stammes ist in der Regel für die Nadelhölzer tödtlich, weil diese Pflanzen nicht fähig sind, an ihren unteren Stammtheilen und Wurzeln Adventivknospen zu bilden. Dagegen ist den Laubhölzern diese Fähigkeit eigen, und wenn der Stamm abgehauen ist, tritt gewöhnlich Bildung solcher Adventivknospen unter der Rinde des stehen gebliebenen Stockes oder seiner Wurzeln in mehr oder minder großer Anzahl ein. Dieselben wachsen dann rasch zu meist kräftigen Trieben, sogenannten Stockausschlägen oder Wurzelausschlägen heran, durch die nun das Leben der Pflanze erhalten wird. Die Stockausschläge entwickeln sich entweder in völlig normaler Form, oder sie zeigen gewisse Abweichungen in der Beschaffenheit der Blätter, wie z. B. die sonst fehlende Behaarung, welche bei den Pappeln, besonders bei der Zitterpappel an den Blättern dieser Ausschläge Regel ist, oder sie bekommen in Folge der überreichen Nahrungszufuhr bisweilen wirkliche Mißbildungen, indem sie nicht selten Riesenwuchs oder Verbänderung zeigen, worüber unten das von diesen Erscheinungen überhaupt handelnde Kapitel zu vergleichen ist. Auf dieser Fähigkeit der Laubhölzer beruht die Niederholzzucht in der Forstwirthschaft, sowie die Erziehung des Bandholzes der Weide, welches aus einem der Stammspitze beraubten Weidensteckling hervorsproßt. Die Nadelhölzer eignen sich aus dem oben angeführten Grunde hierzu nicht. Eine wenn auch nur scheinbare Ausnahme von dieser Regel zeigt sich bei dem Ueberwallen der Tannenstöcke, einer in Tannenbeständen nicht seltenen Erscheinung, die darin besteht, daß die Schnittfläche am Rande ringsum eine Ueberwallungswulst erzeugt, welche Jahrzehnte lang fortwachsen kann, obgleich keine Stockausschläge mit Blättern vorhanden sind, welche die assimilirten Nahrungsstoffe erzeugen könnten, die zu diesen Neubildungen erforderlich sind. Göppert[1]) hat die Erklärung hierfür gegeben, indem er fand, daß die Wurzeln solcher

---

[1]) Beobachtungen über das Ueberwallen der Tannenstöcke. Bonn 1842.

überwallter Stöcke stets mit den Wurzeln einer benachbarten noch stehenden Tanne verwachsen sind, daß solche vegetirende Stöcke mit der Fällung dieses zweiten Baumes zu Grunde gehen, sowie daß an isolirt stehenden Tannenstöcken keine Ueberwallung sich bildet, woraus hervorgeht, daß der Stock sich nicht selbständig ernährt, sondern seine Nahrung aus dem noch stehenden Baume erhält. Nach Göppert's[1]) weiteren Beobachtungen kommt die Erscheinung auch an Fichten und Lärchen, aber nicht an Kiefern und auch nur dann vor, wenn solche Stämme mit den Wurzeln benachbarter Bäume verwachsen sind, und es vermögen sogar Fichten Weißtannen und umgekehrt Tannen Fichten zu überwallen.

VI. Verlust der Laubblätter.

Verlust der Laubblätter.

Von schädlichen Folgen für das Pflanzenleben ist nur der abnorme Verlust des Laubes, d. h. der zur ungeeigneten Zeit eintretende. Den herbstlichen Blattfall haben wir daher nicht zu berücksichtigen. Auch handelt es sich hier nur um die durch mechanische Eingriffe bewirkte Entlaubung, soweit auf sie der Begriff der Verwundung anzuwenden ist. Daher sind auch die durch andere Ursachen, wie Frost, Wassermangel, Parasiten ꝛc. bedingten Erkrankungen und Verderbnisse der Blätter auszuschließen, die wir an ihrem gehörigen Orte besprechen und die übrigens hinsichtlich der Folgen den durch mechanische Wirkungen bedingten Blattverlusten ziemlich gleich sind.

1. Veranlassung der Entlaubung.

Veranlassung.

Die Blätter gehen den Pflanzen auf mechanische Weise entweder durch Menschenhand verloren, wie bei dem Gebrauche des Laubstreifens, um das Laub zum Füttern des Viehes zu verwenden, oder beim Einsammeln der Maulbeerblätter zur Fütterung der Seidenraupen, oder der Blätter des Theestrauches ꝛc.; auch das Abblatten der Rüben ꝛc. gehört hierher. Ferner fallen die Blätter vieler Pflanzen dem Nahrungsbedürfniß einer großen Anzahl von Thieren zum Opfer, sowol höherer Thiere, als besonders zahlreicher Insekten, wobei der Blattkörper bald vollständig aufgezehrt, bald nur in verschiedenem Grade verwundet wird. Endlich können heftige Stürme, starke Regengüsse und vor allen Hagelschläge die Blätter abreißen oder verwunden in jeweils verschiedener Form, die in den späteren Kapiteln, wo von diesen Einflüssen speciell die Rede ist, genauer angegeben ist. Die Folgen derartiger Verwundungen für das

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. 16. April 1872.

Leben der ganzen Pflanze überhaupt, um die es sich hier handelt, treten nur da hervor, wo entweder der ganze Blattkörper verloren gegangen oder wo derselbe so bedeutend verwundet ist, daß er an der normalen Functionirung behindert wird und seine Verletzung einem Verluste gleich kommt.

Zeit der Entlaubung.

Da die grünen Blätter den Pflanzen unentbehrliche Organe sind, durch welche die Assimilation vermittelt wird, so muß der Verlust derselben von großem Einfluß auf die Ernährung und das Wachsthum sein. Hierbei kommt aber viel auf die Zeit an, zu welcher die Entlaubung geschieht. Wenn der Baum im Sommer die Bildung des Holzringes vollendet, die Knospen für das nächste Jahr ausgebildet und Reservestoffe im Holz und in den Knospen aufgespeichert hat, so ist im Wesentlichen der Dienst, den die Blätter zu leisten haben und der eben in der Bereitung des zu jenen Neubildungen erforderlichen Materials besteht, erfüllt, und ihr Verlust würde um diese Zeit am unschädlichsten sein. Da aber bei der oben angegebenen Benutzung des Laubes die Blätter fast durchgängig um so werthvoller sind, je jünger sie sind, und da der Insektenfraß sie meistens auch sehr frühzeitig betrifft, so werden hier die Blätter zerstört zu einer Zeit, wo sie ihre Aufgabe noch nicht erfüllt haben. Erwachsene Bäume können im Frühlinge nach dem Ausschlagen total entlaubt werden durch Insektenfraß, z. B. viele Laubbäume durch Maikäfer, Eichen durch die Raupen der grünen Eichenmotte, Kiefern durch den Fraß der Forleule, des Kiefernspinners 2c., krautartige Gewächse durch verschiedene Raupen nnd Käfer, wie Blattkäfer, Erdflöhe, Glanzkäfer 2c., wobei es für den Erfolg gleichgültig ist, ob das Blatt total zerstört oder nur das weiche Gewebe unter Stehenbleiben der Rippen und Nerven verzehrt oder das Blatt durch Ausfressen des Mesophylls ausgehöhlt wird.

2. Folgen der Entlaubung bei Kräutern.

Folgen der Entlaubung bei Kräutern.

Für Kräuter, einjährige, wie perennirende, ist die vorzeitige Entlaubung ungefähr gleichbedeutend mit dem Verlust der ganzen oberirdischen Sprosse, von welchem oben schon die Rede war. Ist die Entlaubung bei ihnen nur eine theilweise, so hat sie eine nach Maßgabe der verlorenen Laubmenge sich richtende kümmerliche Weiterentwickelung und geringere Production zur Folge; der Ertrag von Früchten, Wurzeln, Knollen 2c. wird dann in anffallendem Grade geschmälert. Es ist bekannt, daß an den Kartoffeln, Rüben 2c. ein einigermaßen starker Verlust von Blättern, mag er durch Raupenfraß 2c. oder durch das Abblatten herbeigeführt werden, mit geringerer Ausbildung der Knollen, Rüben und Verminderung des Gehaltes derselben an Stärkemehl, Zucker 2c. verbunden ist.

3. Folgen der Entlaubung bei Holzgewächsen.

Bei Holzgewächsen. Lebensfähigkeit und Wiederbelaubung der Zweige nach einmaliger Entlaubung.

I. Einfluß auf die Lebensfähigkeit und die Wiederbelaubung der Zweige. An den Holzgewächsen ist eine einmalige Entlaubung, auch wenn sie sich auf die ganze Pflanze erstreckt, an sich nicht tödtlich, wenigstens nicht an den mehrjährigen und älteren Pflanzen. Aber gewisse Nachtheile bringt sie jedenfalls mit sich. Die unmittelbare Folge der Entlaubung kann ein Trockenwerden und Absterben des Zweiges sein, welcher die Blätter trug, ohne daß er selbst direkt verletzt worden wäre; dies im Allgemeinen um so eher, je jünger der Trieb zur Zeit der Entlaubung war. Daher kommt es bei Kahlfraß, besonders wenn er zeitig eingetreten ist, vor, daß einzelne Zweiglein oder die Spitzen derselben vertrocknen. Den einjährigen Zweigen älterer Pflanzen verhalten sich hierin junge Sämlinge gleich; diese gehen daher, wenn sie kahl gefressen worden sind, öfters vollständig ein, z. B. Buchensämlinge, welche Bombyx pudibunda entlaubt hat[1]). Alle Zweige aber, welche durch den Blattverlust nicht getödtet sind, haben noch die entwickelungsfähigen End- und Achselknospen, welche für das nächste Jahr bestimmt sind, und welche das Wiederausschlagen des Baumes ermöglichen. Nach Verlust des Laubes zeigen nun die Holzpflanzen ein doppeltes Verhalten. Entweder beschließt der Baum mit einem solchen Ereigniß unfreiwillig seine diesjährige Vegetationsperiode, um erst im nächsten Frühlinge wieder auszuschlagen. Oder der Baum belaubt sich schon in demselben Sommer, einige Wochen nach dem Kahlfraße, zum zweiten Male, durch den sogenannten Johannistrieb, d. h. dadurch daß die Anlagen der sonst für das nächste Jahr bestimmten Knospen, welche an den durch den Fraß entblätterten Zweigen sitzen, proleptisch (ein Jahr zu früh) zu belaubten Trieben sich entwickeln, was besonders die in der Nähe der Zweigspitzen gelegenen Knospen thuen.

Zeit der Wiederbelaubung.

Welche dieser beiden Folgen sich zeigt, das hängt theils von der Baumspecies, theils von dem Grade der Entlaubung, theils und vornehmlich von der Zeit ab, zu welcher das Ereigniß eintritt. Der Wiederausschlag findet erst im Nachjahre besonders dann statt, wenn die Entlaubung nicht gar zu frühzeitig im Sommer erfolgt ist, also wenn die Blätter schon einiges von assimilirten Nährstoffen gebildet und in den Zweig zurückgeführt und die Knospen für das nächste Jahr eine gewisse Entwickelung erreicht haben. Die Thätigkeit der Pflanze beschränkt sich dann darauf, diese Theile noch nothdürftig zur Reife zur bringen, um die Entwickelungsfähigkeit derselben für das nächste Jahr zu sichern. So tritt an der Kiefer nach dem Fraß des Fichtenspanners (Geometra piniaria), der

[1]) Ratzeburg, Waldverderbniß II. pag. 193.

gewöhnlich erst spät an den schon erstarkten diesjährigen und vorjährigen Nadeln stattfindet, Wiederausschlag erst im nächsten Jahre ein[1]), ebenso an den durch die Nonne (Bombyx Monacha) kahl gefressenen Fichten[2]), während nach dem Fraß der Forleule die Kiefer bald erst im Nachjahre, bald schon in demselben Sommer wieder grünt, je nachdem derselbe später oder zeitiger eingetreten ist[3]). Ebenso ergrünt die Lärche nach Zerstörung der Nadeln durch die Lärchenmotte (Tinea laricinella) erst im folgenden Jahre wieder[4]). Auch die Buche schlägt, wenn sie von Bombyx pudibunda entblättert ist, in demselben Sommer nicht mehr oder nur ganz local wieder aus[5]). Doch haben alle solche Bäume die Neigung, im Spätsommer bei günstigen Witterungsverhältnissen einige ihrer Knospen zu treiben. Aber solche Triebe können im Herbste kaum noch so weit ausreifen, um dem Winter zu trotzen. Wenn dagegen die Entlaubung sehr bald nach dem Ausschlagen im Frühling eintritt, so belaubt sich der Baum in der oben bezeichneten Weise zum zweiten Male in demselben Sommer. So besonders die Eiche, wenn sie durch Maikäfer oder durch Eichenwickler (Tortrix viridana) zeitig kahl gefressen worden ist. Auch der Fraß der Kiefernblattwespen findet so zeitig statt, daß die Kiefer darnach oft ihre Knospen proleptisch entwickelt[6]).

Schädliche Folgen: Schwäche und Abnormitäten der Belaubung.

Die abnormen Erscheinungen und schädlichen Folgen, welche sich bei den Holzpflanzen an eine einmalige Entlaubung knüpfen, bestehen zunächst darin, daß natürlicher Weise die Fruchtbildung sistirt oder vereitelt wird, besonders wenn keine Wiederergrünung in demselben Sommer eintritt. Ferner fällt die neue Belaubung jederzeit schwächer aus als die verloren gegangene war, sowol diejenige, welche sich proleptisch in demselben Sommer entwickelt, als auch die des Nachjahres, und die Schwäche des Baumes in der Zweigbildung und, was damit zusammenhängt, in der Holzbildung kann selbst mehrere Jahre hindurch merklich bleiben, ehe der Baum sich wieder erholt. Relativ gut setzt die Eiche noch im Frühjahre ihren Widerausschlag an. Sehr dürftig aber fällt die proleptische Belaubung bei der Linde und Buche nach Insektenfraß aus[7]); es werden nur kurze Triebe mit einem oder wenigen Blättern gebildet. Auch wenn die Belaubung erst im nächsten Frühling stattfindet, leidet sie unter den Folgen des vorhergegangenen Blattverlustes, weil viele Knospen nicht die gehörige Aus-

[1]) Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß I. pag. 170—177.
[2]) l. c. pag. 232.
[3]) l. c. pag. 155.
[4]) l. c. II. pag. 59.
[5]) l. c. pag. 193.
[6]) l. c. I. pag. 185.
[7]) l. c. II. pag. 190—193 und 340.

bildung erlangen, um entwickelungsfähig zu werden, auch der Mangel an Reservenährstoffen keine kräftige Ausbildung der neuen Triebe gestattet. Die spärliche Laubmenge hat zur Folge, daß auch noch in den nächsten Jahren die Zweig- und Laubbildung des Baumes geschwächt bleibt. Besondere Abnormitäten treten dabei an den Coniferen auf. Die Fichte bildet im ersten Jahre nach Nonnenfraß an den neuen Trieben meist zwar ziemlich lange, aber sehr sparsam stehende Nadeln, im nächfolgenden Jahre bekommt sie Bürstentriebe, d. h. mit sehr kurzen und sehr dicht stehenden Nadeln bürstenförmig bekleidete Triebe, wie sie auch unter anderen ungünstigen Umständen, wie nach Zweigverlust oder unter unpassenden klimatischen Verhältnissen an der Fichte zu sehen sind, und erst in den nächsten Jahren kommen wieder Nadeln von normaler Länge, die aber zunächst auch noch sparsamer als gewöhnlich stehen[1]). Die Kiefer zeigt nach Ratzeburg's Angaben folgendes verschiedene Verhalten. Nach Entnadelung durch den Kieferspanner (Geometra piniaria)[2]) und durch die Kiefernblattwespen[3]) entwickelt sie die neuen Triebe aus ihren normalen Knospen, die durch den Fraß nicht verletzt werden. Auch nach Nonnenfraß treiben die normalen Knospen, und hier zeigt der Trieb zwar nicht immer, aber bisweilen eine eigenthümliche Form, die Ratzeburg als Pinseltrieb bezeichnet[4]). Es sind dies meist aus den Endknospen der entnadelten Zweige proleptisch entwickelte, ganz verkürzte Triebe, die mit einfachen, lanzettlich-linealischen Nadeln beginnen, hin und wieder auch Doppelnadeln zeigen und im Centrum der Knospe ovale grüne Blättchen haben, ähnlich den gleich zu beschreibenden Rosetten. Wenn die Kiefer durch den Kiefernspinner (Bombyx pini) kahl gefressen ist, so äußern sich die letzten Anstrengungen der Pflanze im Fraßjahre selbst in der proleptischen Entwickelung einzelner Seitenknospen zu eigenthümlichen Trieben, Rosetten wie sie Ratzeburg[5]) genannt



Fig. 8.
Eine aus einer Seitenknospe hervorgegangene **Rosette einer Kiefer** nach dem Fraß des Kiefernspinners. Wenig vergrößert. Nach Ratzeburg.

[1]) l. I. c. pag. 232.
[2]) l. c. pag. 170.
[3]) l. c. pag. 185.
[4]) l. c. pag. 146. Taf. 6. Fig. 6.
[5]) *l. c.* pag. 136.

hat. Es sind ganz kurz bleibende Triebe, welche dicht stehende, verkürzte und breite, gesägte einfache Nadeln tragen, in deren Achseln bisweilen Nadelpaare erscheinen (Fig. 8). Sie können zu einem Sproß auswachsen, an welchem dann die primären Nadeln nach oben verschwinden, während Nadelpaare auftreten; also ein Verhalten, welches mit dem der Kiefernkeimpflanzen übereinstimmt. Meist aber vertrocknen nach einiger Zeit diese Rosetten wieder. Die oben beschriebenen Scheidenknospen kommen hier selten vor; denn sie sind meistens die Folge von Zweigverlusten, daher vielmehr nach dem Fraße der Forleule, welche außer den Nadeln auch die jungen Maitriebe zerstört, die gewöhnliche Erscheinung.

Dürrewerden der Zweige.

Die Schwäche der Zweigbildung und der Belaubung, die sich nach Kahlfraß zeigt, zieht endlich auch ein allmäliges Dürrewerden der leidenden Zweige nach sich. Wenn bei der Fichte nach Nonnenfraß auf diese Weise die Zweige den Gipfeltrieb eingebüßt haben, so entwickeln sie unter der Bruchstelle einen Quirl von zahlreichen Zweigen, die wie Polypenarme aussehen; auch an den weiter zurückliegenden Zweigquirlen kommen noch mehr Knospen hervor, so daß jeder Quirl Triebe von verschiedenem Alter hat, an denen die Nadeln meist abnorm geringe Größe haben. Auch die verletzten Wipfel alter Bäume haben Aehnlichkeit mit den polypenarmigen Zweigen, nur daß meist 1 oder 2 der Zweige sich bestreben senkrecht zu wachsen und die andern zu überwipfeln [1]). Bei der Kiefer hat der Forleulenfraß sehr häufig ein Dürrewerden und Absterben der Zweige zur Folge; bald sind es die unteren Zweige, bald der Wipfel. Diese reichliche Bildung trockner Zweige, sogenannter Spieße, rührt daher, daß die Scheidenknospen, die wie oben erwähnt, hier in ungewöhnlich großer Menge sich bilden, die Nahrung an sich ziehen und gleichwol später alle absterben, so daß der ganze Trieb mit abstirbt. Es giebt dann Spieße, die schon vollständig dürr sind, ferner solche, um welche noch einzelne Scheidentriebe buschig stehen, und endlich solche, an denen die Quirlknospen noch getrieben worden sind. Der Wipfel erhält durch die Spieße eine gedrückte Gestalt. Von den unter dem Spieß auftretenden Ersatzzweigen hängt es ab, wie tief derselbe abstirbt, da jene ihm die Nahrung entziehen. Sie erreichen dann schneller oder langsamer die Lothrichtung oder gehen wol auch wieder verloren, und dann übernimmt ein anderer Quirlzweig die Stelle des Gipfeltriebes. Für das spätere Alter können daraus seltsame Krümmungen des Stammes oder der Aeste sich ergeben, wie sie Ratzeburg bildlich dargestellt hat [2]).

---

[1]) l. c. pag. 232.

[2]) Vergl. Ratzeburg, die Nachkrankheiten und die Reproduction der Kiefer nach dem Fraß der Forleule. Berlin 1862. und Waldverderbniß I. pag. 154 ff. Taf. 7—11.

Einfluß auf die Holzbildung.

II. Einfluß auf die Holzbildung. Die Entlaubung hat auch auf die Holzbildung, nämlich auf die Stärke und den Bau des Jahresringes einen nachtheiligen Einfluß. Für die Fälle, wo es sich um eine Entblätterung handelt, die nicht in demselben Sommer durch Neubelaubung ersetzt wird, ist aus Ratzeburg's Beobachtungen zu entnehmen, daß, wenn der Blattverlust zeitig eintritt, z. B. beim Fraß der Forleule, auch der im Fraßjahr gebildete Jahresring sehr schmal bleibt[1]), daß dagegen bei spät eintretendem Fraß, wie z. B. nach demjenigeu des Kiefernspanners, der Jahresring im Fraßjahr ziemlich unverändert ist, aber der des Nachfraßjahres sich tief gesunken zeigt[2]). Die Beobachtungen nach Nonnenfraß an der Fichte ergeben, daß die Holzbildung der Zweige stets im Verhältniß zur Bildung der Jahrestriebe steht, mit diesen sinkt und steigt, und daß sogar im Baumstamme die Abnahme der Jahresringe sehr stark und plötzlich eintritt und auch noch in den folgenden Jahren bleibt[3]). Und wenn ein Zweig nur an einer Seite blättertragende Triebe behalten hat, so ist das Dickewachsthum des Jahresringes auch an dieser Seite einseitig gesteigert. Als eine weitere Eigenthümlichkeit erwähnt Ratzeburg bei den Nadelhölzern das Auftreten ungewöhnlich weiter und zahlreicher Harzkanäle im Jahresringe, je schmäler dieser ist, so daß dieselben bisweilen fast die ganze Breite des Jahresringes einnehmen, daher sie auch bei einseitiger Beästung, wo der Holzring sich ungleich ausbildet, nur an der astlosen Seite auftreten sollen. Soweit sich nach der anatomisch ungenügenden Darstellung vermuthen läßt, scheint es sich hierbei um wirkliche Harzhöhlen, durch Zerstörung von Holzzellen entstanden, zu handeln. Wenn aber nach Entblätterung nochmalige Belaubung in demselben Sommer eintritt, so findet auch wirkliche Verdoppelung des Jahresringes statt, eine vielfach behauptete und bestrittene, jüngst von Kny[4]) an mehreren Laubhölzern sicher nachgewiesene Erscheinung. Die durch den plötzlichen Laubverlust bedingte Unterbrechung der Zelltheilungen in Cambium hat die Bildung zweier Holzringe im Laufe des Sommers zur Folge, die an ihrer Grenze die anatomischen Verhältnisse des Herbst- und Frühlingsholzes nachahmen. Es werden also unmittelbar nach der Entlaubung nur einige Schichten radial zusammengedrückter enger Holzzellen gebildet, während nach der Wiederbelaubung die Holzbildung mit weiten Gefäßen und radial gestreckten Zellen beginnt. Doch ist diese Verdoppelung des Jahresringes

[1]) Waldverderbniß I. pag. 160.

[2]) l. c. pag. 174.

[3]) l. c. pag. 234.

[4]) Verhandl. des bot. Ver. der Provinz Brandenburg 1879. — Man vergleiche auch die in gleichem Sinne sich äußernden Mittheilungen Ratzeburg's, l. c. II. pag. 154, 190, 232.

scharf ausgeprägt nur in den belaubt gewesenen einjährigen Zweigen selbst zu finden; sie nimmt nach den unteren Internodien hin allmälig ab, um in mehrjährigen Zweigen zu verschwinden.

Folgen wiederholter Entlaubung.

III. Folgen wiederholter Entlaubung. Eine mehrmals unmittelbar hintereinander sich wiederholende Entlaubung vertragen die Holzgewächse nicht. Diese hat aus bekannten physiologischen Gründen, die auch im Vorhergehenden genügend angedeutet sind, den Tod zur Folge, der bald von oben unter allmäligem Vertrocknen und Absterben der Krone, bald plötzlicher von unten eintritt, indem die Wurzeln und die Cambiumschicht des Stammes wegen mangelnder Zufuhr assimilirter Nahrung von den Blättern aus zuerst getödtet werden. Man verfährt daher bei dem Abstreifen oder Abpflücken des Laubes zu Nutzungszwecken nach gewissen Vorsichtsmaßregeln, indem man die Blätter nicht sämmtlich zu gleicher Zeit abpflückt, und vor allem die obersten Blätter an den Zweigen sitzen läßt. Wenn man auch auf diese Weise die Pflanzen längere Zeit am Leben erhalten kann, so wird doch ihre Entwickelung dadurch sehr beeinträchtigt, es treten ähnliche Erscheinungen ein, wie die oben vom einmaligen totalen Kahlfraß beschriebenen, immer mehr dürre Zweige kommen zum Vorschein und der Baum nimmt ein schlechtes Ansehen an. Die Folgen einer mehrmaligen totalen Entlaubung zeigen z. B. die entsetzlichen Verwüstungen ausgedehnter Fichtenbestände nach den Fraßjahren der Nonne (vergl. weiteres im 5. Abschnitt bei den schädlichen Insecten).

VII. Rinde- und Holzverletzung des Stammes.

Rinde- und Holzwunden.

Die Wunden der Stämme und Aeste der Holzpflanzen kommen hier nur rücksichtlich der unmittelbaren Folgen in Betracht, die sie für das Gesammtleben der Pflanze haben, während die Processe der Wundenheilung sowie die Verschlimmerungen dieser Wunden in den späteren Kapiteln zu behandeln sind. Die Verletzungen, welche die genannten Pflanzentheile aus den verschiedensten Anlässen erleiden, kommen bei aller sonstigen Mannigfaltigkeit, darin überein, daß stellenweis die Rinde verloren geht, wobei auch wol zugleich der Holzkörper mit verletzt wird.

1. Theoretische Betrachtungen.

Theoretisches. Ringschnitt.

Es handelt sich zunächst darum, theoretisch die verschiedenen möglichen Folgen festzustellen, welche die in Rede stehenden Verwundungen haben. Wird einem Stamme die Rinde bis zum Splint im ganzen Umfange, wenn auch nur auf einer kleinen Strecke genommen, wie dies in der Gärtnerpraxis und in der Pflanzenphysiologie unter dem Namen des Ringschnittes oder des Ringelns seit langem geübt wird, so können Unterbrechungen in der Wanderung der assimilirten Stoffe eintreten, welche auf das Leben der Pflanze von tiefgreifendem Einfluß sind.

Ungleiche Folgen des Ringschnittes: Dicotyledonen ohne markständige Fibrovasalstränge.

Die ungleichen Folgen, welche die soeben genannte Verwundung bei verschiedenartigen **Pflanzen hat**, erklären sich aus der Verschiedenheit der einschlagenden **anatomischen und physiologischen** Verhältnisse, deren Kenntniß wir besonders **Hanstein**[1]) **und Sachs**[2]) verdanken. Die Experimente des Ersteren haben gezeigt, daß **nur bei denjenigen** Dicotyledonen, welche innerhalb des Markes keine zerstreuten **Fibrovasalstränge** und keine Stränge von Cambiform- und Gitterzellen **besitzen**, der gewöhnliche, seit langem bekannte Erfolg des Ringelschnittes **eintritt**. Dieser besteht nämlich darin, daß wenn der Stamm **einer vollbelaubten** Pflanze geringelt wird, die Abwärtswanderung der **in den Blättern** gebildeten assimilirten Nährstoffe durch die Unterbrechung **der Rinde** aufgehalten wird und am oberen Wundrande zu stärkerer **Ernährung** des Holzes und der Rinde, nämlich zur Bildung eines **dicken Ueberwallungswulstes**, bisweilen auch, wenn die Stelle feucht gehalten **wird, zur** Bildung von Wurzeln Veranlassung giebt, während der **untere Wundrand** kein Wachsthum zeigt, keine neuen Holzlagen unterhalb **der Ringwunde** bildet, und die Rinde daselbst nicht ernährt wird, **vorausgesetzt, daß** unterhalb des Ringelschnittes kein Zweig mit grünen Blättern **steht, welcher** sonst die Theile unter der Wunde ernähren würde. In der **Folge bilden** sich aber oft aus den Nährstoffen, die unterhalb der der **Wunde noch** vorhanden sind, nahe unter der Ringelung Adventivknospen, **und diese** oder dort schon vorhandene schlafende Knospen treiben aus; **es tritt also** Belaubung ein, gerade so als wenn der Stamm ganz abgeschlagen **wird**. Die Folge ist, daß von nun an auch der unter der Ringelung befindliche Theil des Stammes ernährt wird. Etwas anders ist der Erfolg, wenn die Ringelung an jungen Zweigen im Frühjahre bevor die Knospen sich geöffnet haben, ausgeführt wird. Die Knospen, die oberhalb des Ringelschnittes sich befinden, treiben zwar aus, dazu reicht das in den Knospen und in ihrer Nähe im Zweige abgelagerte Reservestoffmaterial hin; aber sie entwickeln sich weiterhin schwächlich, die Triebe bekommen wenig und kleine, blaßgrüne Blätter, während die Knospen, unter der Ringelung kräftiger wachsen und normale Triebe liefern. Ist die Ringelung sehr nahe unter der Zweigspitze angebracht, so sterben die Knospen über derselben bald nach dem Austriebe ab. Diese Thatsachen beweisen, daß im Frühjahre zur Ernährung der Knospen gewisse Reservenährstoffe aus dem Stamme zugeführt werden, deren Leitung durch die Entfernung der Rinde unterbrochen wird, und daß umgekehrt im Sommer die Blätter vollbelaubter Aeste und Baumkronen neue assimilirte Stoffe erzeugen, welche dem Stamme zur Ernährung zugeführt und auf diesem Wege ebenfalls durch Ringelung der Rinde aufgehalten werden.

---

[1]) Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Bot. II.

[2]) Experimentalphysiologie pag. 381—386.

Monocotyledonen und Dicotyledonen mit markständigen Fibrovasalsträngen.

Bei denjenigen Dicotyledonen aber, bei welchen innerhalb des Markes Fibrovasalstränge verlaufen, wie bei Piperaceen, Mirabilis ꝛc., und sogar bei denjenigen, wo nur Stränge von Cambiform- und Gitterzellen sich im Marke befinden, wie bei Apocyneen und Asclepiadeen (Nerium, Vinca, Hoya) und Solanaceen (Cestrum, Solanum Dulcamara), desgleichen auch bei Monocotyledonen, wo die Gefäßbündel im Marke zerstreut stehen (z. B. Dracaena, Philodendron, Tradescantia ꝛc.), wird durch die Unterbrechung der Rinde des Stammes die Zuleitung der plastischen Stoffe nach den unteren Theilen nicht unterbrochen; an den letzteren findet weitere Ernährung und Neubildung statt. Sachs gab die richtige Deutung dieser Thatsachen, indem er zeigte, daß die Kohlenhydrate (Stärkemehl, Zucker u. dergl.) einerseits und die stickstoffhaltigen Bestandtheile andererseits in differenten Geweben geleitet werden, jene vorwiegend in den Perenchymzellen rings um die Gefäßbündel, bei den Holzpflanzen auch im Holzkörper, diese in den Cambiform- und Gitterzellen, welche den Weichbast aller Gefäßbündel, also den inneren Theil der Rinde bei den Dicotyledonen ausmachen. Zur Ernährung sind selbstverständlich beide Arten von Stoffen nothwendig; wenn daher die Zuleitung auch nur der einen von beiden unterbrochen ist, so kann Ernährung nicht stattfinden. Bei den Dicotyledonen ohne markständige Fibrovasal- oder Bastbündel werden nun durch die Ringelung in der That die leitenden Gewebe für die stickstoffhaltigen Bestandtheile völlig unterbrochen, was bei den anderen Dicotyledonen und den Monocotyledonen eben wegen der markständigen Bündel nicht der Fall ist. Die Leitung der Kohlenhydrate dagegen wird durch die Ringelung nicht gestört, sie kann, wie Versuche gezeigt haben, auch durch den geringelten Holzkörper der dicotylen Holzpflanzen in beiden Richtungen, sowol nach aufwärts wie nach abwärts, vor sich gehen. So fand Hartig, daß wenn bei den dicotylen Holzpflanzen im Frühjahr ein breiter Rindenring bis auf das Holz weggenommen wird, dies das Verschwinden des reichen Gehaltes an Stärkemehl im Holzkörper unter der Wunde, welches im Stamme aufwärts geführt wird, nicht hindert, während Wurzeln und Stöcke zu derselben Zeit gefällter Bäume ihr Winterstärkemehl nicht verlieren, dafern sie keinen Stockausschlag entwickeln. Wenn also die Ringelung den oben bezeichneten nachtheiligen Erfolg das eine Mal für die unter der Wunde, das andere Mal für die über derselben befindlichen Theile hat, so ist daran allein die ungenügende Zuleitung der stickstoffhaltigen eiweißartigen Stoffe Schuld. Es muß nun aber beachtet werden, daß die Scheidung der Kohlenhydrate und der stickstoffhaltigen Verbindungen auf die beiden Gewebeformen keine strenge ist, denn ebenso wie wir wissen, daß im Weichbaste kleine Stärkemengen transportirt werden, ebenso gewiß ist es, daß auch im Holze mit den Kohlenhydraten etwas stickstoffhaltige Substanzen

wandern. In den meisten Fällen genügen aber diese geringen Quantitäten der letzteren nicht, um eine Ernährung der unter der Wunde liegenden Theile auf irgend eine längere Zeit zu bewirken. Darum sterben Bäume, die ringsum entrindet sind, meistens in kurzer Zeit ab. Diesem Schicksal können sie entgehen, entweder wenn es ihnen gelingt unter der Wunde einige Knospen zum Austrieb zu bringen, oder wenn eine wirkliche Regeneration der Rinde aus dem stehengebliebenen Cambium erfolgt, oder wenn der Ueberwallungswulst, der sich am oberen Wundrande bildet, zeitig genug die Wundfläche überzieht und wieder die Verbindung mit dem unteren Theile herstellt (also wenn die Ringelwunde sehr schmal ist), welche Vorgänge bei der Wundheilung näher zu besprechen sind. Aber bisweilen genügt doch die Zufuhr von stickstoffhaltigen Bestandtheilen durch das bloße Holz um die unteren Stammtheile und die Wurzeln soweit zu ernähren, daß der Baum noch einige Zeit, selbst mehrere Jahre, am Leben bleibt. Man sieht mitunter junge Bäume, welche ringsum entrindet sind, und deren Krone dennoch voll und frisch belaubt ist und welche auch an den unteren Wundrändern Ueberwallungen zeigen, ohne dort irgend einen laubtragenden Trieb zu besitzen, zum Beweise daß das Holz allein zur Abwärtsleitung der assimilirten Nährstoffe genügte. Dasselbe beweist ein Ringelungsversuch Sorauer's[1]), wobei ein Kirschenzweig in der Länge eines Fußes der Rinde entblößt, am oberen und unteren Wundrande auch noch das junge Holz mit weggenommen wurde und dennoch der mittlere isolirte Theil eine neue Rinde durch Regeneration erzeugte.

Einseitige und spiralige Entrindung.

Wenn die Entrindung nur einseitig ist, nicht um den ganzen Umfang des Stammes geht, so tritt, da die Communication der leitenden Gewebe nicht unterbrochen ist, auch keine Atrophie der unteren Theile ein. Ebensowenig ist dies der Fall, wenn Rindenwunden abwechselnd rechts und links übereinander hergestellt werden, oder wenn ein Rindenstreif spiralig den Stamm umlaufend abgenommen wird, weil die Wanderung der Stoffe auch in schiefer Richtung stattfinden kann. Nur findet hier immer eine relativ stärkere Ernährung des oberen Ueberwallungswulstes statt, worin sich wiederum die Abwärtswanderung der in den Blättern gebildeten assimilirten Stoffe ausspricht.

Ringschnitt mit darunter stehenden belaubten Zweigen.

Erwähnt wurde schon, daß wenn unterhalb des Ringelschnittes belaubte Zweige stehen, die Operation für die unter der Wunde befindlichen Theile keinen Schaden hat. Hier ist die Folge nur die, daß oberhalb der Ringelung mehr assimilirte Nahrung zurückgehalten wird und der Ausbildung des Zweiges, insbesondere seinem Fruchtansatz zu Gute kommt.

---

[1]) Verhandl. d. bot. Sect. d. 45. Versamml. deutsch. Naturforscher ꝛc. zu Leipzig, 14. August 1872.

Darum wird diese Art des Ringschnittes oft von den Gärtnern an den Zweigen der Obstbäume ausgeführt, um die Fruchtbarkeit zu vergrößern und bessere Früchte zu erzielen.

2. Veranlassungen und Folgen der Rinde- und Holzwunden.

Veranlassungen und Folgen: Schälwunden.

Die hier theoretisch festgestellten Formen der Stammwunden und deren Folgen finden wir nun auch in den verschiedenen Verletzungen, von denen thatsächlich die Holzgewächse heimgesucht zu werden pflegen. Des Ringelschnittes der Pflanzenphysiologen und der Gärtner wurde schon Erwähnung gethan. Entrindung an Baumstämmen, allgemein als *Schälen* bezeichnet, kann zunächst durch die Schuld des Menschen, aus Unvorsichtigkeit oder Muthwillen geschehen und zwar besonders leicht zur Frühjahrszeit, wo sich wegen des Saftreichthums der Cambiumschicht die Rinde mit Leichtigkeit löst. Bei *Schälwunden* bleiben gewöhnlich Rindelappen am Stamme hängen. Diese vertrocknen dann meistens bis an die Grenze der unverletzten Rinde. Bisweilen aber ist, besonders an Linden, beobachtet worden, daß, wenn der Rindelappen wenigstens oben oder unten noch mit der gesunden Rinde in Zusammenhang steht, derselbe auf der Innenseite Holz bildet, welches sich mit einem neuen Rindeüberzuge bedeckt. Wenn die abgelöste Rinde oben und unten noch in Verbindung mit dem Stamme steht, so bildet sich durch diesen berindeten Holzüberzug ein doppelter Stamm, oder wenn dabei die Rinde ringsum gelöst ist, gleichsam ein Futteral um das alte dann oft abgestorbene Holz mit einem wirklichen Zwischenraum zwischen beiden [1]). Auch bei *Grünästung*, wenn sie zur Saftzeit ausgeführt wird, wird die Rinde wegen ihrer um diese Zeit leichten Ablösbarkeit oft in Streifen mit abgerissen oder losgelöst, wenn nicht vorher von unten her in den Ast eingehauen wird, um das Abreißen der Rinde zu verhüten. Schälwunden werden auch an den unteren Theilen der Stämme und an den flachliegenden Wurzeln erzeugt beim *Holzrücken* in denjenigen Wäldern, welche an Berghängen liegen, indem das Langholz, wenn es an die Wege gerückt wird, die genannten Theile streift und vielfach quetscht und entrindet. Gleicher Art sind bei den Wurzeln die *Verwundungen durch Wagenräder* und durch die *Tritte der Thiere* auf Viehtriften und Viehlagerplätzen. Nach R. *Hartig* [2]) tritt, wenn solche Wurzeln ganz frei liegen, nur auf kurze Erstreckung unter der Wunde Bräunung des Holzes ein, wenn sie aber von Humus oder Moos bedeckt sind, in Folge der Feuchtigkeit eine beschleunigte Fäulniß unter schwarzbrauner Färbung, auch oft Ansiedelung holzzerstörender Pilze.

Schröpfen.

Hierher gehört ferner das beim Obstbau angewendete sogenannte

---

[1]) *Ratzeburg*, Waldverderbniß II. pag. 337.

[2]) Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878. pag. 73.

Schröpfen, wobei man die Spitze eines scharfen Messers oben am Stamme ansetzt und an demselben senkrechte oder geschlängelte Schnitte bis auf den Boden herab macht, jedoch so, daß nur die Rinde gespalten wird. Man wendet dies an, um an Bäumen, welche in kräftigem Boden stehen und jährlich einen starken Holzzuwachs haben, den Druck, den deshalb die Rinde ausübt, zu mindern, oder auch um die Holzbildung zu befördern, wenn z. B. ein kräftig wachsendes Reis auf eine langsamer wachsende Unterlage gepfropft ist. Diese Wunden heilen, wie unten zu erörtern ist, besonders leicht und haben daher in der Regel keinen schädlichen Einfluß.

Einschnitte von Zeichen und Inschriften.

Außerdem werden Baumstämme durch Menschenhand noch auf mannigfaltige Weise verletzt, so durch die Einschnitte, die in Form von Zeichen und Inschriften oft bis auf den Splint gemacht werden und die als locale Entrindungen meist keine besonders schädlichen Folgen haben, da sie nach einiger Zeit durch Ueberwallung bedeckt werden.

Quetschwunden.

Bei allen Quetschwunden bleibt das durch die Quetschung getödtete Rindegewebe auf der Wunde haften und bringt daher leicht Zersetzungserscheinungen hervor, weshalb diese Wunden schwer heilen und oft sich verschlimmern. Solche werden erzeugt durch das sogenannte Anprällen, d. h. das mit dem Axtrücken ausgeführte heftige Anschlagen an den Stamm, um das Herabfallen von Raupen zu bewirken. Solche Wunden sah R. Hartig[1]) noch nach 30 Jahren in unveränderter Größe und meist mit hinzugetretener Wundfäule. Noch größere können durch den Baumschlag entstehen, wenn der stürzende Baum an einem Nachbarstamme herabrutscht und dabei dessen Rinde quetscht. Auch der Hagel bringt an Stämmen und Aesten Quetschwunden hervor, deren Größe den Hagelkörnern entsprechen.

Harzen.

Verschiedenartige Verwundungen werden endlich zum Zwecke der Harzgewinnung an mehreren Coniferen vorgenommen. Aus der Fichte wird im mittleren Deutschland, besonders in Thüringen, Harz gewonnen durch sogenanntes Harzscharren. Man nimmt in der Brusthöhe des Baumes an drei oder vier Seiten des Stammes mittelst eines hakenförmigen und geschärften Scharreisens, etwa 2 Finger breite und ca. 2 m lange verticale Streifen der Rinde bis auf das Holz fort. In diesen Rinnen (Lachten, Lagten oder Laachen) sammelt sich der aus der Wunde hervorquellende Terpenthin. Derselbe stammt aus den bei der Fichte bis in's hohe Alter besonders reichlich vorhandenen horizontalen Harzkanälen, welche in den Markstrahlen des Holzes und deren Fortsetzungen im Baste liegen und eben bei jener Verwundung zahlreich geöffnet werden[2]). Der

[1]) l. c. pag. 72.

[2]) v. Mohl, über die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Bot. Zeitg. 1859 pag. 342. Vrgl. auch Schacht, der Baum. pag. 334.

an der Luft durch Oxydation zu Harz erhärtende Terpenthin wird gewöhnlich schon im ersten Jahre mit dem Scharreisen herausgekratzt und dabei die Lachte breiter gemacht, wodurch der inzwischen entstandene Ueberwallungswulst abgeschnitten, mithin neue Harzkanäle geöffnet werden und der Harzausfluß im Gange erhalten wird. Das Harzscharren wird auf diese Weise alle zwei Jahre wiederholt und gewöhnlich lange Zeit fortgesetzt. Nach den Erfahrungen der Forstleute[1]) soll das Harzen den mittelwüchsigen und älteren Fichten unschädlich sein, wenn man nur ein oder zwei Lachten macht; vermehrt man die Zahl derselben, so werden die Bäume kränklich, zeigen schlechten Zuwachs und Bräunung und Zersetzung des Holzes in der Nähe der Wunden; Borkenkäfer und andere Insekten greifen solche Stämme besonders gern an. Junge Bäume sind noch empfindlicher. Die Lachten werden, da die umgebenden Theile im Dickenwachsthum fortfahren, mit den Jahren immer tiefer, und der zuerst freigelegte Holzstreifen trocknet allmälig, aus und von ihm nehmen dann die Zersetzungserscheinungen ihren Anfang. Das Holz solcher Bäume, die viele Jahre lang geharzt worden sind, wird am ganzen unteren Stammende gebräunt und zersetzt, und von dort kann sich die Holzverderbniß sogar noch beträchtlich weiter in den Stamm hinaufziehen. Als Bauholz sind daher geharzte Fichtenstämme unbrauchbar und können nur zu Brenn- und Kohlenholz verwendet werden. Aus der Weißtanne wird dagegen der Straßburger Terpenthin, sowie in Amerika aus Abies balsamifera der canadische Balsam, aus den Harzbeulen, welches erweiterte Harzkanäle in der Rinde sind, gewonnen, indem der Terpenthin nur aus den einzeln geöffneten Harzbeulen in Gefäßen, welche oben zugespitzt sind, aufgefangen wird[2]); die Harzarmuth des Holzes dieser Bäume schließt eine andere Harzgewinnung aus. Bei vielen anderen Pinus-Arten ist aber der Terpenthingehalt vorherrschend im Holze, und es erklären sich daraus die anderen Methoden, nach denen hier geharzt wird. Nach den Beschreibungen von Duhamel[3]) stimmen die Methoden der Harzgewinnung aus verschiedenen Arten von Pinus in Canada, in der Provence, wo namentlich der Terpenthin von Bordeaux aus Pinus Pinaster gewonnen wird, und in Oesterreich aus Pinus nigricans, darin überein, daß in die äußersten Holzschichten eine höchstens 8 Cm. tiefe Kerbe (Wanne) eingehauen wird, wobei der Terpenthin aus den geöffneten Harzkanälen des Splintes von der oberen Wundfläche aus hervorfließt, und daß man von Zeit zu Zeit

---

[1]) Meyen, Pflanzenpathologie pag. 238 und R. Hartig, Zersetzungserscheinungen des Holzes pag. 73.

[2]) Vrgl. die bei v. Mohl, l. c. pag. 341 mitgetheilte Beschreibung von Duhamel.

[3]) v. Mohl. l. c. pag. 343.

diese Wundfläche durch Wegnahme einer dünnen Holzschicht wieder erneuert, um den Harzausfluß von neuem hervorzurufen. Wenn große Mengen von Harz abgezapft werden, so soll dies eine bedeutende Verschlechterung des Holzes insofern zur Folge haben, als das zur Tränkung des Kernholzes bestimmte Harz dem Baume entzogen wird; doch soll durch eine mäßige Harzbenutzung das Kernholz nicht nothwendig arm an Harz werden. Bei der Lärche endlich, wo der Terpenthin hauptsächlich als Infiltration des Kernholzes und ausgeschwitzt in Spalten des Holzes auftritt, beruht die Gewinnung des venetianischen Terpenthins nach Duhamel und anderen Autoren sowie nach v. Mohl darauf, daß man in geringer Höhe über dem Boden Bohrlöcher bis gegen die Mitte des Baumstammes ungefähr von der Dicke von 8 Cm. anbringt, in welche man dann hölzerne Rinnen steckt, um den ausfließenden Terpenthin aufzufangen, oder die man mit einem Zapfen verschließt um sie auszuleeren, wenn sie sich mit Harz gefüllt haben. Dieses sammelt sich in ihnen immer von neuem an, wenn sie wieder mit dem Zapfen verschlossen werden. Im südlichen Tirol macht man in jeden Stamm nur ein Bohrloch, und das scheint für die Erhaltung der Bäume schonender zu sein und die Güte des Holzes weniger zu schädigen. Einen wesentlichen Schaden für die Bäume will man nicht bemerkt haben, sobald nur das Bohrloch immer verschlossen gehalten wird, offenbar weil dadurch den Zersetzungen des Holzes mehr vorgebeugt wird. Aber im Thale Saint Martin in Piemont werden mehrere Löcher bis in 3 bis 4 m Höhe angebracht, was zwar eine ungleich größere Harzausbeute liefert, aber zur Folge hat, daß die angebohrten Stämme nicht als Bauholz taugen und gewöhnlich zum Brennen und Verkohlen benutzt werden.

Fremde Körper.

Verwundungen von Rinde und Holz können auch durch fremde Körper hervorgebracht werden, welche das Dickewachsthum der Stämme andauernd behindern, indem dieselben sich dann in die Rinde eindrücken und vom Holzkörper überwachsen werden; also wenn Stämme von dem holzigen Stengel einer Schlingpflanze umwunden sind, wenn ein Draht um sie geschlungen war, wenn sie Stackete, eiserne Stäbe u. dergl. berühren. Betrifft letzteres dicke Baumstämme, so werden die fremden Körper allmälig durch Ueberwallung eingeschlossen. Jüngere Stämmchen und Aeste können vermöge ihrer Biegsamkeit nachgeben; aber häufig werden hier durch die vom Winde veranlaßte fortwährende Reibung an dem fremden Körper lange offen bleibende Wundstellen erzeugt.

Wildschäden. Schälen und Fegen.

Wildschäden. Von solchen gehören hierher das Schälen der Hirsche, d. i. die mittelst der Schneidezähne zum Zwecke des Aesens im Winter und Frühjahr bewirkte Entfernung eines Rindenlappens, welcher zuerst unten gelöst und dann in die Höhe gezogen wird. Das Fegen der Hirsche und Rehböcke, wobei dieselben an jungen Stämmen mit dem Gehörn auf

und niederfahren um die Hautbekleidung desselben abzureiben, ist auch eine Entrindung, wobei aber Ueberreste der halb gelösten Rinde an den Rändern der unverletzten stehen bleiben in Form von Lappen oder kleineren trockenen gekräuselten Fetzen. Hinsichtlich dieser Verwundungen sind wir hauptsächlich auf die folgenden Angaben Ratzeburg's[1]) angewiesen. Das Schälen geschieht oft in umfassender Weise, so daß in manchen Beständen alle Stämme davon betroffen werden. Aber das Wild schält nicht in allen Gegenden, nur dort, wo es einmal damit begonnen hat (an gefällten Stämmen soll es dies zuerst probiren), wird es ihm zur Gewohnheit. Die liebste Holzart ist dem Wild die Fichte, die im 25- bis 50jährigen Alter angegriffen wird; Kiefern werden wegen ihrer zeitig sich entwickelnden Borke mit 3 bis 5, Lärchen meist mit 12 bis 14 Jahren geschält. Auch Laubhölzer, wie Esche und Eiche, werden angegangen, von letzterer peitschen- bis armstarke Stämme. Durch das Fegen wird gewöhnlich die Rinde ringsum und auf eine lange Strecke beschädigt, während das Schälen, welches in Kopf- und Brusthöhe geschieht, meist einseitig ist; doch kommen auch doppelte und dreifache Schälwunden auf gleicher Höhe und mitunter auch Ringschälung vor. Im Winter, wo die Rinde sich nicht leicht löst, sind die Wunden nicht so groß wie beim Schälen im Frühling und Sommer, wo das Wild die Rinde in großen Lappen ablöst. Oft wiederholt sich das Schälen in den nächsten Jahren, dann geschieht es natürlich der ersten Schälstelle, die noch nicht geheilt ist, gegenüber, darauf im rechten Winkel zu den beiden vorhergehenden. Bei den Nadelhölzern ist die Schälwunde im ersten Jahr mit Harz bedeckt, wie überzuckert; später bilden sich von den Rändern aus die Ueberwallungen, welche die Wundfläche nach einiger Zeit schließen können. Bisweilen beginnt an dem bloßliegenden Holz der Wunde Fäulniß, die jedoch durch den Harzüberzug meist verhütet wird. Aber auch die Faulstellen können überwallt werden. Nach R. Hartig[2]) tritt an den Schälwunden der Fichte trotz der Harzbedeckung wenigstens eine Bräunung des Holzes, welches zur Zeit des Schälens vorhanden war, ein, die mehr oder weniger tief in's Innere eindringt und nach oben und nach unten einen oder einige Meter weit sich fortsetzt, während das nachher gebildete Holz gesund ist. Noch im späteren Alter erkennt man am Querschnitt des Stammes, zu welchen Zeiten Schälen stattgefunden hat; eine Bräunung an der Peripherie des Kernes und die Form der darüber gehenden Ueberwallung zeigen an, wie groß die Wunde gewesen ist. Fand das Schälen im Winter

---

[1]) l. c. I. pag. 201, 267. Taf. 20—22, 31—32 und II. pag. 33, 73, 168, 284. Taf. 41.

[2]) l. c. pag. 71.

statt, so ist der letztgebildete Jahrring vollständig; trat es im Sommer ein, so ist derselbe an der geschälten Stelle schmäler geblieben. Weiteres unten bei der Ueberwallung. Bei den Nadelhölzern, besonders bei Kiefer, Fichte und Tanne, findet nach Ratzeburg im Holze der Wunden eine abnorme Harzbildung statt: das Holz der über die Wundfläche sich lagernden Ueberwallung verkient allmälig, bisweilen auch unter Auftreten großer Harzgänge (Kienkrankheit), und selbst im letzten Ringe des Kernes, der vor der Verwundung normal gebildet worden war, erscheint Harz in den Markstrahl- und Holzzellen. Einseitige Schälwunden heilen meist durch Ueberwallung und haben dann für den Baum keine weitere Gefahr. Ungünstig aber ist die Ringschälung: es treten zwar oft starke Ueberwallungen am oberen Rande der Wunde ein, aber die Verbindung mit dem unteren Rande ist nicht herzustellen, und der Wipfel stirbt dann ab. Die Neigung der Lärche, Adventivknospen zu bilden, zeigt sich auch bei der Ueberwallung ihrer Schälstellen; an den vielfach gewundenen und genarbten Ueberwallungsmassen bilden sich oft nahe der Schlußstelle die unten zu beschreibenden Maserknollen, die aus Adventivknospen hervorzugehen scheinen.

Nagen.

Nagen ist die durch Nagethiere hervorgebrachte Entrindung der Baumstämme, die besonders im Winter bei Schnee stattfindet. Hasen und Kaninchen benagen in dieser Zeit Wald-, Obst- und Gartenbäume. Noch schädlicher aber können an Forstgehölzen die Mäuse werden. Mäusenagen findet besonders am Laubholz, wie Buche, Birke, Esche ꝛc., statt und zwar am Grunde des Stammes, selten höher als 30 Centim. und meist rings herum. Vorzugsweise gehen diese Thiere jüngere Hölzer an; doch hat man während der Mäuseplage im Herbst 1878 in den Gegenden der Saale beobachtet, daß die Mäuse sogar die Borke alter Bäume angegriffen haben. Die Rinde jüngerer Stämme wird dabei zum größten Theil abgenagt, die Zahnspuren dringen bis an's Holz. Bisweilen entziehen sich die Nagestellen im hohen Grase dem Auge. Die Folge ist entweder ein rasches Absterben des Stammes über der Wunde, wobei sein Laub im Sommer gelb wird. Dafür bilden sich unter der Wunde Stockausschläge, die den Stamm zu ersetzen suchen, was immer um so kräftiger und schneller geschieht, je vollständiger der Oberstamm abgestorben ist, daher auch das Abschneiden desselben rathsam ist. Oft aber erhält sich auch der Stamm über der Wunde am Leben; er bildet dann am oberen Wundrande einen Ueberwallungswulst und nicht selten regenerirt sich die Rinde auf dem entblößten Holze stellenweis durch inselartige Granulationen (s. Wundenheilung). Aber auch dann tritt unter der Wunde Stockausschlag auf; der Oberstamm kränkelt dann wol Jahre lang unter Bildung geringeren und bleicheren Laubes und geht endlich zu Grunde, seltener bringt er es selbst zu einem neuen

Wipfel[1]). An einer tief am Grunde durch Mäuse geringelten Birke beobachtete Ratzeburg Wurzeln, die in Folge der Feuchtigkeit in dem hohen Grase aus dem Ueberwallungswulst am oberen Wundrande entstanden waren und dem Boden zustrebten, also an gleiche Resultate bei den künstlichen Ringelungsversuchen erinnern. Sehr dünne Stämmchen können durch das Nagen vollständig abgeschnitten werden.

Entrindung durch Eichhörnchen.

Auch die Eichhörnchen bringen Entrindung hervor in den Wipfeln der Kiefernstangen, sowie der Lärchen, wo sie, übereinstimmend mit der Richtung, in der sie zu klettern pflegen, den Stamm in einer Spirallinie entrinden bis auf den Splint, auf welchem die Zahnspuren sichtbar sind, bisweilen auch nur an einzelnen Stellen. Bei den Kiefern schwillt darnach die Basis des Zweigquirles über der Wunde an, und ebenso verdickt sich der untere Rand des stehen gebliebenen Spiralstreifens der Rinde auffallend stärker unter Bildung von Aussackungen und Narben, so daß der Stamm dem schönsten physiologischen Ringelungspräparate nicht nachsteht[2]). Das entblößte alte Holz verkient. Die endliche Folge mag wol auch Absterben des Wipfels sein.

Insektenschäden.

Insektenschäden. Verwundungen der Rinde und des Holzes, die durch Insecten hervorgebracht werden, giebt es ebenfalls mannigfaltige. Ein wirkliches Schälen bewirken nach Ratzeburg[3]) die Hornissen an Eschenstämmen und -zweigen. Dies geschieht vom Juli bis October; die Thiere nagen, sowol nach oben wie nach unten vorwärtsrückend, entweder nur kleine Rindestückchen ab, die bisweilen nicht einmal bis auf den Splint gehen, oder größere Partien, den Stamm förmlich schälend oder ringelnd. Die Folge ist eine Ueberwallung der Wundränder, bei Ringelung ein allmäliges Kümmern und Absterben des Oberstammes unter kräftiger Triebbildung unterhalb der Wunde.

Borkenkäfer.

Größer ist die Zahl derjenigen Insekten, deren Thätigkeit in einem Bohren in der Rinde oder im Holze besteht, was ein Absterben der Rinde zur Folge hat. Hier stehen obenan die Borkenkäfer, deren zahlreiche Arten theils Nadelhölzer, wie Fichten, Kiefern, Tannen, Lärchen, theils Laubhölzer, wie Birken, Buchen, Eichen, Eschen, Rüstern, Linden und Obstbäume bewohnen. Die meisten dieser Käfer bohren innerhalb der Borke bis zum Bast und zum Cambium Gänge. Sie fliegen im Frühjahre den Bäumen an, Männchen und Weibchen bohren sich ein und nagen zunächst eine größere Höhlung. Von dieser aus werden die sogenannten Muttergänge gefressen (vergl. Fig. 9). Bei manchen Borken-

---

1) Vrgl. Ratzeburg l. c. II. pag. 204 ff. 228, 285. Taf. 44.
2) Vrgl. Ratzeburg l. c. I. pag. 209. Taf. 19 und II. pag. 79.
3) l. c. II. pag. 276 ff., Taf. 47.

käfern laufen dieselben in lothrechter Richtung, daher Lothgänge genannt. Diese haben außer dem Bohrloche gewöhnlich noch 2 bis 4 Oeffnungen (Luftlöcher). Rechts und links an den Seiten des Mutterganges beißt das Weibchen ein Löchelchen, in welches das Ei gelegt wird. Die aus den Eiern kommenden Larven fressen nun recht- oder spitzwinkelig vom Muttergange abgehende Gänge (Larvengänge), in deren breiter werdenden

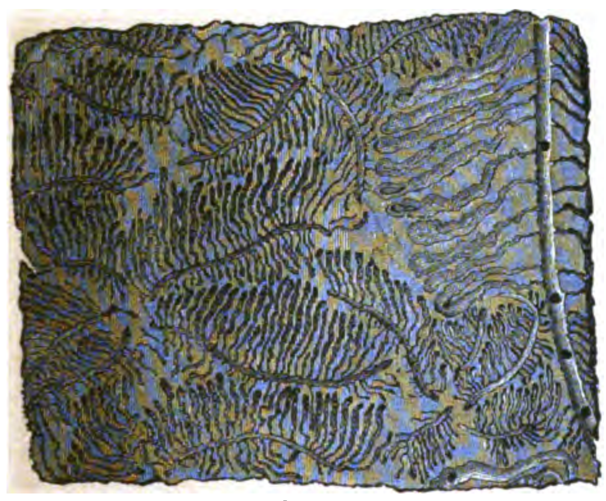


Fig. 9.

Fichtenrinde mit Borkenkäferfraß. Innenfläche eines vom Splinte abgenommenen Rindenstückes, an der rechten Seite ein Lothgang mit einigen Luftlöchern und fast rechtwinkelig abgehenden Larvengängen vom großen Fichtenborkenkäfer, an den übrigen Stellen die Sterngänge des kleinen Fichtenborkenkäfers. Nach Ratzeburg.

Ende, der sogenannten Wiege, die Larve sich verpuppt. Die fertigen Käfer verlassen die Wiege durch ein Flugloch, welches sie durch die Borke nach außen fressen. Andere Borkenkäferarten machen die Muttergänge sternförmig auseinanderlaufend (Sterngänge), wieder andere legen sie in wagerechter oder wenig schiefer Richtung an (Wagegänge). Wenige Borkenkäfer bohren ins Holz, wie Bostrichus lineatus, der in allen Nadelhölzern vorkommt und sich gleich durch die Rinde mehrere Centim. tief ins Holz frißt und hier die Gänge um die Jahresringe herum anlegt, welche, da die Höhlung an ihrer Seite, in der die Larve frißt, nicht größer als die Puppe wird, das Aussehen einer Leiter bekommen (Leitergänge). Diese sowie einige andere Arten, die im Holze der Eiche leben, können vielleicht nur jüngeren Hölzern verderblich werden. Die rindebewohnenden Borkenkäfer aber sind die schädlichsten, und unter diesen steht, was den extensiven Schaden anlangt, den er an-

Wipfel[1]). An einer tief am Grunde durch Mäuse geringelten Birke beobachtete Ratzeburg Wurzeln, die in Folge der Feuchtigkeit in dem hohen Grase aus dem Ueberwallungswulst am oberen Wundrande entstanden waren und dem Boden zustrebten, also an gleiche Resultate bei den künstlichen Ringelungsversuchen erinnern. Sehr dünne Stämmchen können durch das Nagen vollständig abgeschnitten werden.

Entrindung durch Eichhörnchen.

Auch die Eichhörnchen bringen Entrindung hervor in den Wipfeln der Kiefernstangen, sowie der Lärchen, wo sie, übereinstimmend mit der Richtung, in der sie zu klettern pflegen, den Stamm in einer Spirallinie entrinden bis auf den Splint, auf welchem die Zahnspuren sichtbar sind, bisweilen auch nur an einzelnen Stellen. Bei den Kiefern schwillt darnach die Basis des Zweigquirles über der Wunde an, und ebenso verdickt sich der untere Rand des stehen gebliebenen Spiralstreifens der Rinde auffallend stärker unter Bildung von Aussackungen und Narben, so daß der Stamm dem schönsten physiologischen Ringelungspräparate nicht nachsteht[2]). Das entblößte alte Holz verkient. Die endliche Folge mag wol auch Absterben des Wipfels sein.

Insektenschäden.

Insektenschäden. Verwundungen der Rinde und des Holzes, die durch Insecten hervorgebracht werden, giebt es ebenfalls mannigfaltige. Ein wirkliches Schälen bewirken nach Ratzeburg[3]) die Hornissen an Eschenstämmen und -zweigen. Dies geschieht vom Juli bis October; die Thiere nagen, sowol nach oben wie nach unten vorwärtsrückend, entweder nur kleine Rindestückchen ab, die bisweilen nicht einmal bis auf den Splint gehen, oder größere Partien, den Stamm förmlich schälend oder ringelnd. Die Folge ist eine Ueberwallung der Wundränder, bei Ringelung ein allmäliges Kümmern und Absterben des Oberstammes unter kräftiger Triebbildung unterhalb der Wunde.

Borkenkäfer.

Größer ist die Zahl derjenigen Insekten, deren Thätigkeit in einem Bohren in der Rinde oder im Holze besteht, was ein Absterben der Rinde zur Folge hat. Hier stehen obenan die Borkenkäfer, deren zahlreiche Arten theils Nadelhölzer, wie Fichten, Kiefern, Tannen, Lärchen, theils Laubhölzer, wie Birken, Buchen, Eichen, Eschen, Rüstern, Linden und Obstbäume bewohnen. Die meisten dieser Käfer bohren innerhalb der Borke bis zum Bast und zum Combium Gänge. Sie fliegen im Frühjahre den Bäumen an, Männchen und Weibchen bohren sich ein und nagen zunächst eine größere Höhlung. Von dieser aus werden die sogenannten Muttergänge gefressen (vergl. Fig. 9). Bei manchen Borken-

[1]) Vrgl. Ratzeburg l. c. II. pag. 204 ff. 228, 285. Taf. 44.
[2]) Vrgl. Ratzeburg l. c. I. pag. 209. Taf. 19 und II. pag. 79.
[3]) l. c. II. pag. 276 ff., Taf. 47.

käfern laufen dieselben in lothrechter Richtung, daher Lothgänge genannt. Diese haben außer dem Bohrloche gewöhnlich noch 2 bis 4 Oeffnungen (Luftlöcher). Rechts und links an den Seiten des Mutterganges beißt das Weibchen ein Löchelchen, in welches das Ei gelegt wird. Die aus den Eiern kommenden Larven fressen nun recht- oder spitzwinkelig vom Muttergange abgehende Gänge (Larvengänge), in deren breiter werdenden

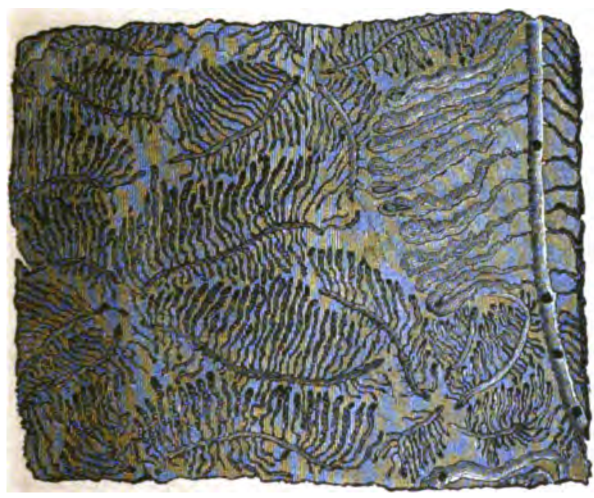


Fig. 9.

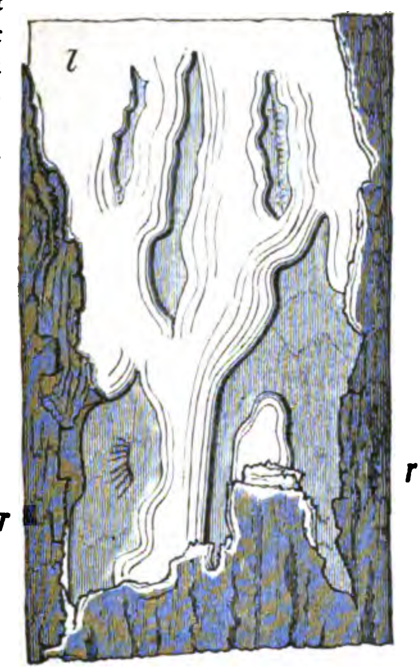
Fichtenrinde mit Borkenkäferfraß. Innenfläche eines vom Splinte abgenommenen Rindenstückes, an der rechten Seite ein Lothgang mit einigen Luftlöchern und fast rechtwinkelig abgehenden Larvengängen vom großen Fichtenborkenkäfer, an den übrigen Stellen die Sterngänge des kleinen Fichtenborkenkäfers. Nach Ratzeburg.

Ende, der sogenannten Wiege, die Larve sich verpuppt. Die fertigen Käfer verlassen die Wiege durch ein Flugloch, welches sie durch die Borke nach außen fressen. Andere Borkenkäferarten machen die Muttergänge sternförmig auseinanderlaufend (Sterngänge), wieder andere legen sie in wagerechter oder wenig schiefer Richtung an (Wagegänge). Wenige Borkenkäfer bohren ins Holz, wie Bostrichus lineatus, der in allen Nadelhölzern vorkommt und sich gleich durch die Rinde mehrere Centim. tief ins Holz frißt und hier die Gänge um die Jahresringe herum anlegt, welche, da die Höhlung an ihrer Seite, in der die Larve frißt, nicht größer als die Puppe wird, das Aussehen einer Leiter bekommen (Leitergänge). Diese sowie einige andere Arten, die im Holze der Eiche leben, können vielleicht nur jüngeren Hölzern verderblich werden. Die rindebewohnenden Borkenkäfer aber sind die schädlichsten, und unter diesen steht, was den extensiven Schaden anlangt, den er an-

richtet, indem er große Bestände verwüsten kann, der große Fichtenborkenkäfer (Bostrichus typographus) obenan. Die von ihm bewirkte Krankheit wird Trockniß, Baumtrockniß oder Wurmtrockniß genannt. Der Käfer geht sowol lebendes als abgestorbenes Holz (Klaftern, Brunnenröhren, Schnee- und Windbrüche und dergl.) an. Unter den stehenden Bäumen werden nach Ratzeburg[1]) anfänglich kranke den gesunden vorgezogen; und zwar werden besonders 80- bis 100jährige Stämme, weniger gern solche unter 50 Jahren, zuletzt aber selbst die schwächsten Stangenhölzer befallen. Der große Fichtenborkenkäfer macht Lothgänge, während der häufig mit ihm zusammen vorkommende kleine Fichtenborkenkäfer (B. chalcographus) Sterngänge frißt. Die Folgen des Fraßes sind je nach der Heftigkeit des Angriffes sehr verschieden: entweder stirbt der Baum noch in demselben Jahre ab, wobei die Nadeln roth werden oder wol auch sehr schnell, noch grün, abfallen oder auch noch bis zum Winter grün am Baume bleiben, die Borkenschuppen etwas abblättern und auch oft Harzfluß eintritt; oder der Baum kann bei nicht zu heftigen Angriffen noch Jahre lang fortleben. Bei Laubbäumen kommen nach Borkenkäferfraß ebenso verschiedene Grade der Erkrankung vor; bei langsamem Verlaufe tritt Bildung spärlicherer Triebe und mangelhaftere Belaubung ein und endlich schlägt der Baum im Frühjahre nicht wieder aus, weil er todt ist; die Rinde an den Fraßstellen ist abgestorben und fällt oft in großen Stücken von den Stämmen ab, z. B. bei den Rüstern. Ueber die inneren Vorgänge, besonders über das Verhalten der Cambiumschicht bei Borkenkäferfraß scheinen in der Literatur keine Angaben vorhanden zu sein. Ich habe an einer vierjährigen Rüster den Einfluß eines minder heftigen Angriffes, nach welchem der Baum noch am Leben blieb, untersuchen können. Der erste Fraß hatte im Frühjahr 1876 statt gefunden, ohne den Tod zu bewirken. Bis zum Sommer 1877 hatte ein erneuerter Fraß den Baum getödtet, der nun gefällt und auf die Verhältnisse des Vorjahres untersucht werden konnte. Im Frühjahr 1876 waren an vielen, aber isolirten, durch intacte Partien getrennten Stellen die Gänge angelegt werden: kurze Lothgänge mit etwas divergirend abgehenden Larvengängen. Dieselben gingen meist bis zur Cambiumschicht, so daß sogar auf dem Splint oft eine Spur der Figuren der Gänge zu sehen war. Die Cambiumschicht war nur auf jedem Flächenraume, wo ein Muttergang mit seinen Larvengängen angelegt worden war, abgestorben. Der Baum konnte in diesem Sommer nur einen ungewöhnlich dünnen Holzring bilden; dieser war aber an den eben bezeichneten Stellen unterbrochen. Die Unterbrechungen waren überall elliptische oder etwas eckige oder sternförmige Stellen von derselben Ausdehnung, die ein vollständiger Gang mit

[1]) Forstinsekten I. pag. 139 ff.

Larvengängen **einnimmt**, nicht selten sogar **noch die Spuren** der letzteren **auf dem nicht** bedeckten Holz des **Jahres** 1875 zeigend (Fig. 10). **Die eine** solche Holzblöße **umgebenden** Ränder der neuen Splintlage waren gegen die Wunde hin convex und mit neuer Rinde überzogen: also unter der alten Stammrinde kleine Ueberwallungsschichten darstellend, welche die Holzblößen wieder zu überziehen trachteten. Man sieht daraus, wie nach einem nicht letalen Borkenkäferangriff der Holzzuwachs vermindert, in welchem Umfange die Cambiumschicht getödtet wird und wie eine Heilung sich anbahnt. Heftigere Angriffe werden tödtlich, weil sie Cambium und Rinde auf großen Strecken zum Absterben bringen.



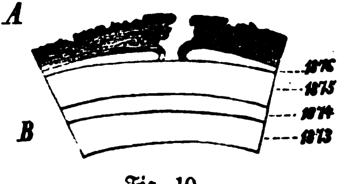


Fig. 10.
Rüster, nach überstandenem Borkenkäferfraß in Heilung begriffen. A Partie des Stammes; die Rinde r r größtentheils abgenommen, um die nach dem Fraß gebildete jüngste Splintschicht l zu zeigen, welche die 5 Fraßwunden zu überwallen sucht, auf denen das alte dunklere Holz noch entblößt ist und stellenweis noch Spuren der Gänge erkennen läßt. Etwas verkleinert. B. Durchschnitt des Stammes an einer Stelle, wo Fraß stattgefunden hat und die jüngste Splintschicht die Ueberwallung beginnt. Dieser Splintring des Fraßjahres 1876 durch große Schwäche hervorstechend.

Andere Rindenbohrer.

Zu den rindebohrenden Insekten gehört ferner die Kiefernmotte (Tinea sylvestrella), welche durch die Verwundungen, die sie an der Kiefer ausübt, einen Baumschaden verursacht, über den **Ratzeburg**[1]) berichtet. Im Volk wird das Uebel mit den vieldeutigen Ausdrücken Krebs oder Brand, oder Räude, in Böhmen, wo es besonders bekannt ist, bei den Deutschen mit Schörbel, bei den Czechen mit Kozor bezeichnet. Die Raupen dieser Motte greifen sowol gesunde, als auch kränkelnde Bäume, letztere besonders nahe

[1]) l. c. I. pag. 197 ff. Taf. 18.

an alten dürren Wipfeln an und bohren sich in die Rinde ein, am liebsten an den Astquirlen; und diese Stellen verändern sich krankhaft. Sie erscheinen von außen grindig, d. h. sie zeigen braune bis schwarze, gekrümmt abstehende Borkenschuppen und Harzpusteln. In der Rinde sind von den Raupen Gänge gefressen; sie ist hier braun, trocken, brüchig und verharzt. An diesen Stellen ist wahrscheinlich auch die Cambiumschicht afficirt und unthätig. Es werden daher diese Stellen von der Seite her durch bogenförmige Holzschichten überwallt. Nicht blos in diesen Ueberwallungsschichten tritt Harzbildung auf, sondern auch an dem Stammstück unterhalb des Quirles, und zwar mehrere Jahresringe weit rückwärts, so daß also das Verharzen in früheren Jahresringen nachträglich eintritt. Ueber der Fraßstelle ist die Rinde ungewöhnlich stark und saftig, auch das Holz oft verdickt, offenbar die gewöhnlichen Erscheinungen über einer Stammwunde. In der Regel soll aber endlich der Wipfel über der Fraßstelle absterben, und an den gelben Nadeln, die er bekommt, die Krankheit schon von Ferne erkennbar sein. — An den Fichten und Tannen wird nach Ratzeburg[1]) die Rinde verwundet durch die Raupe des Fichtenrindenwicklers (Tortrix dorsana), welche vorzüglich an den Quirlen zwischen den Aesten jüngeren Holzes bisweilen in großer Anzahl sich einbohrt. Man bemerkt an diesen Punkten eine kleine angenagte Stelle, davor ein Häufchen braunen krümeligen Kothes, später auch Harzausfluß, der die Rinde streckenweis überzieht. Auch hier bildet der Stamm über dem befallenen Quirl einen Wulst, in welchem die Jahresringe verdickt sind, während darunter dies nicht der Fall ist; auch hier entstehen oben wie unten viel Harzkanäle im Holze, und zwar in allen Holzringen, auch in den älteren; auch die Rinde verharzt. Wenn der Fraßgang den Stamm ganz umklammert, so stirbt der Wipfel über der Wunde unter Rothwerden ab[2]). — Wenn der vom Kiefernmarkkäfer (Hylesinus piniperda) angeborte Trieb am Leben bleibt, so bildet sich eine Ueberwallung, welche den Kanal ausfüllt, und der Trieb schwillt zur Keule an. Die über der Anschwellung befindlichen Knospen entwickeln sich zu-

---

[1]) l. c. pag. 262 ff. Taf. 30.

[2]) Die beulenförmigen Anschwellungen an Stämmen und Aesten der Weißtanne, deren Ursache Ratzeburg (l. c. II. pag. 29 u. Taf. 37 u. 38) den Raupen der Sesia cephiformis zuschreibt, sind, wie aus den Beschreibungen und besonders aus den schönen Abbildungen auf Taf. 38 hervorgeht, offenbar schon vor Ankunft des Insektes vorhanden gewesen. Dieses hat durch seinen Fraß in der Rinde nur die Regelmäßigkeit der Jahresringbildung gestört. Man greift wol nicht fehl, wenn man in diesen Hypertrophien den durch einen Schmarotzerpilz (Aecidium elatinum) erzeugten Krebs der Weißtanne vermuthet (s. Rostkrankheiten).

nächst mit verkürzten Nadeln; erst im nächstfolgenden Jahre kommen wieder normale Nadeln[1]).

Ameisen.

Die große Waldameise (Fornica herculeana) dringt nach R. Hartig[2]) oft in Wunden ein, die am Fuße der Baumstämme sich befinden, und höhlt das Innere des Stammes von unten an bis zu einigen Metern Höhe aus. Die großen Gänge verlaufen besonders im Frühjahrsholz, so daß die concentrischen schmalen Herbstholzschichten allein übrig bleiben und das Holz rasch weiter ausfault.

Weidenholz-Gallmücke.

Eine starke Zerstörung der Rinde tritt auch bei den Angriffen der Weidenholz-Gallmücke (Cecidomyia saliciperda) an 2,7 bis 4 Centim. dicken Zweigen der Weide ein. Allein es handelt sich dabei um Einwirkungen auf das Holz, die schon zu den Gallenbildungen gehören, weshalb wir diesen Baumschaden bei den Einwirkungen der gallenbildenden thierischen Parasiten behandeln.

VIII. Verletzung der Blätter, Blüten und Früchte.

Verletzung der Blätter, Blüten und Früchte.

Die mannigfaltigen Verwundungen, welche an den in der Ueberschrift genannten Theilen vorkommen, interessiren hier nur hinsichtlich der der Frage, welche Formen und welche Grade der Verletzung für diese Organe noch erträglich und welche tödtlich sind, sowie welche Lebensfunctionen durch sie gestört werden. Von den Heilungsprocessen ist unten in einem besonderen Capitel die Rede.

Blattwunden.

1. Blattwunden. Die Blätter ertragen allerlei Verstümmelungen und Verwundungen mit Leichtigkeit und werden, wenn man von einem meist schmalen Wundrande absieht, gewöhnlich nur durch die Wundstellen selbst alterirt und behalten an allen übrigen Punkten ihre normale Beschaffenheit. Dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, daß nicht Umstände eintreten, welche die Heilung der Wundränder vereiteln und ein weiter um sich greifendes Absterben und Verderben des Pflanzengewebes verursachen. Man darf dann solche Erscheinungen nicht für Folgen der Verwundung an und für sich halten; letztere können nur studirt werden, wenn das Blatt sich in relativ trockener Luft befindet und Fäulnißorganismen sich nicht an der Wunde angesiedelt haben. Die im Folgenden angegebenen Thatsachen ergeben sich theils aus den Erfolgen absichtlich zu diesem Zweck vorzunehmender Verwundungen, theils aus der Durchsicht der mannigfaltigen Verletzungen, die aus natürlichen Anlässen eintreten. Zu den letzteren gehören in erster Linie die Beschädigungen, welche zahlreiche Insekten ausüben, ferner die, welche der Hagelschlag ver-

---

[1]) Ratzeburg, l. c. I. pag. 125.

[2]) Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878. pag. 73.

ursacht, und endlich die, welche sich die Pflanzen gegenseitig zufügen. Daß das Letztere in größerer Ausdehnung vorkommen kann, zeigte mir die Beobachtung eines Roggenfeldes, in welchem allgemein die Blätter der Roggenhalme durch viele kleine, helle, kranke Flecken auffielen. Letztere zeigten ausnahmslos auf ihrer Mitte eine kleine Wunde, an welcher die Epidermis durchstochen und das Mesophyll verletzt war. In den meisten Wunden fand sich ein fremder Körper, der bei allen gleich war: ein lang kegelförmiges, sehr spitziges, starres, farbloses, dornenähnliches Körperchen; es waren abgebrochene starre Haarzellen der Grannen der Roggenähren, die bei der Bewegung des Getreides im Winde sich in die Blätter eingespießt hatten, dabei meist abgebrochen und in der Wunde stecken geblieben waren. Stürmisches, regnerisches Wetter hatte kurz vorher geherrscht.

Tödtliche Blattwunden.

Tödtlich für die Blätter im Allgemeinen sind selbstverständlich solche Verwundungen, welche den organischen Zusammenhang mit der Pflanze erheblich alteriren, wenn also der Blattgrund oder der Blattstiel so weit angefressen ist, daß die Communication der Fibrovasalstränge gestört ist. Das Blatt welkt oder verdorrt dann bald. Ist aber dieser Zusammenhang intact, so kann das Blatt meistens einen großen Theil seiner Masse durch Verwundung verlieren ohne seine Lebensfähigkeit einzubüßen, und man kann vielleicht im Allgemeinen sagen, daß erst der Verlust von mehr als die Hälfte der Blattmasse tödtlich wird. Es muß jedoch dabei auf die Gewebe des Blattes Rücksicht genommen werden. Das eben Gesagte darf wol gelten, wenn dem Blatte ganze Stücken weggeschnitten werden und das Bleibende übrigens nicht verletzt wird. Wenn aber z. B. von dem Blatte einer Dicotyledone mit starken Rippen und Nerven das ganze Mesophyll, welches an Masse nur den kleineren Theil ausmacht, z. B. durch Blattkäfer aufgefressen wird, welche die Blätter oft in dieser Weise förmlich skelettiren, dann functionirt das Blatt nicht mehr und wir sehen das stehengebliebene Rippen- und Nervengerüst bald vertrocknen, denn eine Regeneration des Mesophylls ist nicht möglich.

Verstümmelungen und Stichwunden der Blätter.

Nach **Verstümmelungen der Blätter**, also wenn von einem zusammengesetzten Blatte einzelne Blättchen abgenommen werden oder wenn einem einfachen Blatte, gleichviel ob einem netzaderigen dicotyledonen oder einem langgestreckten, parallelnervigen monokotyledonen, gewisse Theile der Blattfläche, z. B. am Rande oder der Spitze oder der ganze obere Theil abgeschnitten werden, oder wenn die Lamina bis zur Mitte eingerissen oder eingeschnitten wird, oder wenn mitten in derselben die Mittelrippe quer durchschnitten oder durchbrochen oder stückweise herausgeschnitten wird, oder endlich wenn die Lamina im Mesophyll durchlöchert oder zerfetzt wird, sehen wir in der Regel das Blatt fortleben. Ein Wiederzusammen-

wachsen der zerrissenen Theile, eine Regeneration des verlorenen Stückes, ein Verwachsen eines Loches findet nicht statt, etwa mit Ausnahme der kleinsten Stichstellen, worüber Näheres unter der Wundenheilung. Alle diese Unterbrechungen, selbst diejenigen der Mittelrippe schaden nichts; die Nahrungszufuhr zu den einzelnen Theilen kann dann noch durch die zusammenhängende Parenchymmasse stattfinden. Noch weniger können schaden Stichwunden quer durch das Blatt, wie man sie mittelst Nadeln erzeugen kann oder wie sie manche Insekten, z. B. Rüsselkäfer hervorbringen und mit denen die Blätter oft ganz bedeckt sind, ohne dadurch getödtet zu werden. Nur wird selbstverständlich die Function solcher Blätter, besonders was die assimilirende Thätigkeit anlangt, im Verhältniß zu der verloren gegangenen Mesophyllmasse Abbruch erleiden.

Verkrüppelung junger Blätter in Folge von Verwundung.

Etwas anders ist der Erfolg der eben genannten Verwundungen an jugendlichen noch wachsenden Blättern. Das durch die Verletzung gestörte Gewebe des Wundrandes kann sich nicht an der Flächenausdehnung betheiligen, welche die entfernteren umliegenden Partien in Folge ihres Wachsthums erfahren. Die Folge ist, daß um die Wunde unregelmäßige Faltungen eintreten oder das ganze Blatt in seiner normalen Formbildung mehr oder weniger behindert wird, also überhaupt Verkrüppelungen des Blattes eintreten.

Verlust einzelner Gewebe des Blattes.

Außer den hier genannten Blattwunden, welche quer durch die ganze Blattmasse hindurchgreifen, kommen auch solche vor, bei denen nur einzelne Gewebe einer Blattstelle verletzt werden. Es handelt sich hier besonders um die Epidermis einerseits und das Mesophyll andererseits. Ich habe an Blättern von Leucojum vernum von der Unterseite Streifen der Epidermis ohne sonstige Verletzung abgezogen und keinen schädlichen Einfluß darnach bemerkt; sogar das entblößte Mesophyll der Wunde, deren Zellen dabei bekanntlich nicht verletzt werden, blieb unverändert grün und lebendig. Wo aber die Epidermis fester mit dem unterliegenden Mesophyll verwachsen ist, läßt sich erstere kaum ohne Verletzung der Zellen des letzteren entfernen, und dieses zeigt sich dann an der Wunde abgestorben und gebräunt. So wird oft die obere Blattseite von gewissen Insekten stellenweis angenagt oder abgeschabt, allerdings mehr oder minder unter Anfressen des Mesophylls selbst, und zeigt darnach entsprechende gebräunte und abgestorbene Stellen, die gewöhnlich quer durch das Blatt hindurch gehen. Andererseits kann auch eine Aushöhlung des Blattes stattfinden, indem allein das Mesophyll unter Stehenbleiben der beiderseitigen Epidermen aufgezehrt wird. Dies thun die Minirraupen, welche auf diese Weise die Blätter bald auf größere zusammenhängende Strecken beutelartig aushöhlen, bald nur zierlich gewundene Gänge in ihnen fressen.

Solche Wunden sind, was ihre Folgen anlangt, selbstverständlich gleichbedeutend mit einer vollständigen Durchlöcherung und Aufzehrung der Blattmasse.

Verwundungen der Blüten.

2. Verwundungen der Blüten können eine gänzliche Zerstörung derselben, oder doch eine Vereitelung der Befruchtung, also ein Unterbleiben der Frucht- und Samenbildung zur Folge haben. Sind Blütenknospen von Insekten total ausgefressen, so ist das Gesagte selbstverständlich. Oft wird aber die weitere Entwickelung der Blüten schon dadurch unterdrückt, daß im Knospenzustande die zum äußeren Schutze der Blütentheile dienenden festeren Umhüllungen, wie namentlich die Kelchblätter oder die Hüllblätter köpfchenförmiger Blütenstände, die Deckblätter mancher anderer Inflorescenzen, durch Insektenfraß zerstört werden, wie z. B. beim Fraße des Glanzkäfers. Es giebt auch Insekten, welche aus den aufgeblühten Blüten nur die innern Theile herausfressen, z. B. nur die Blumenblätter und Staubgefäße. Solche Blüten sind natürlich unfähig, diejenige Funktion auszuüben, welchen die verloren gegangenen Theile vorstehen; und so verstümmelte Blüten bringen daher gewöhnlich keine Früchte.

Verwundungen der Früchte. — Samenbruch.

3. Verwundungen der Früchte stellen sich besonders bei großen und saftigen Früchten ein. Hagelschlag, Vögel, Schnecken und viele Insekten erweisen sich hier meistens als Ursache; doch kommt auch das spontane Aufspringen des Parenchyms (s. oben pag. 20.) hier in Betracht. Geringere Verletzungen der Schale haben im Allgemeinen keinen nachtheiligen Einfluß auf die Ausbildung der Frucht, indem die Wunde leicht durch bräunliches Korkgewebe vernarbt, wie es an Pflaumen, Kirschen, Birnen, Aepfeln, Weinbeeren, Kürbissen ꝛc. oft zu sehen ist. Auch eine tiefer in das Fleisch dringende Wunde heilt sich oft aus, bedingt aber dann meist eine ungleichmäßige oder unvollständige Ausbildung des Fruchtfleisches und ein Mißrathen der ganzen Form. Hierher gehört auch der Samenbruch, den man besonders an Weinbeeren in Folge verschiedener Verwundungen (vergl. das Kapitel Hagelschlag) beobachtet. An einzelnen Beeren ragen die Samenkerne frei über die Oberfläche der Beere hervor; die letztere bleibt gewöhnlich kleiner als die unverletzten, reift aber im übrigen gut aus. Die locale Verletzung der Epidermis und des unterliegenden Parenchyms geschieht in einem frühen Stadium. Indem nun diese Gewebe absterben und dem sich vergrößernden Samen durch Dehnung nicht folgen können, zerreissen sie und lassen den Samen hervortreten, während die übrigen Stellen der Frucht sich normal entwickeln. Aehnliches sieht man an Kirschen, welche oft an einer Seite bis auf den Kern verwundet sind, so daß dieser sichtbar ist oder etwas hervorragt; um denselben hat sich das Fleisch und die Epidermis zusammen gezogen, und durch Korkbildung, die sich bis an den Kern fortsetzt, ist der Abschluß

hergestellt. Wenn dergleichen Früchte erst im völlig reifen Zustand bis ins Fleisch verwundet werden, wie besonders bei dem Aufspringen der Kirschen und Pflaumen, so tritt keine auf Heilung bezügliche Veränderung ein.

IX. Abnorme Secretionen als Begleiterscheinungen der Wunden.

Abnorme Secretionen.

Bei manchen Pflanzen tritt in Folge von Verwundungen eine abnorme Absonderung von Säften ein. Von solchen ist schon im Vorhergehenden mehrfach vorübergehend die Rede gewesen. Ausgeschlossen ist hier die Erscheinung des sogenannten Blutens gewisser Holzpflanzen, d. h. des raschen tropfenden Ausfließens des aufsteigenden Saftes aus dem Holze, wenn dieses kurz vor dem Oeffnen der Knospen im Frühling verwundet wird; denn dies ist nur die Folge eines normalen Vorganges. Es handelt sich vielmehr um wirkliche Secretionen von pathologischem Charakter, welche an den Wunden oder in deren Nähe entstehen. Wir finden sie nur bei gewissen Holzpflanzen. Aber nicht blos das Holz, sondern auch nicht verholzte Gewebe können der Sitz derselben sein. Die chemische Natur der Secrete ist für die einzelnen Pflanzenarten charakteristisch: Terpenthinöl, beziehendlich Harz für die Coniferen, Gummi für die Amygdalaceen, Mimosaceen und einige andere, Traganth für die Astragalus-Arten, Manna für Eschen- und Tamarisken-Arten. Ueberall werden diese Substanzen in der Nähe der Wunden in solcher Menge angesammelt, daß sie als Ausflüsse an die Oberfläche treten. Ueber die Entstehung dieser Secrete und die Beziehung derselben zur Verwundung sind wir gegenwärtig theilweis noch zu mangelhaft unterrichtet, um entscheiden zu können, ob sie alle in dieser Beziehung unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt zu bringen sind. Es muß das, was über die einzelnen Secretionen bekannt ist, besonders betrachtet werden.

1. Abnorme Harzbildung, Resinosis.

Abnorme Harzbildung.

Alle Verwundungen der holzigen Theile der Coniferen sind mit Ansammlung oder Ausfluß von Harz verbunden, und die Gewinnung des Harzes und Terpenthins beruht denn auch, wie oben erwähnt, immer darauf, daß man die Bäume absichtlich verwundet. In der Pflanze entsteht das Secret in der Form von Terpenthinöl, eine Verbindung aus der Reihe der Kohlenwasserstoffe. Durch Einwirkung des Sauerstoffes der Luft oxydirt es sich allmählig zu Harz, welches also eine ternäre Verbindung ist und einen festen Körper darstellt. Daher sind diese Secrete eine wechselnde Mischung von Terpenthinöl und Harz, welche Terpenthin heißt und deren größere oder geringere Dickflüssigkeit von dem Mengungsverhältnisse abhängt. Aus frischen Wunden fließt reines Terpenthinöl

oder ein hauptsächlich aus solchem bestehender Terpenthin; der Ueberzug, den es auf der Wunde bildet, erhärtet mit der Zeit immer mehr zu Harz.

Da nun aber alle Coniferen normal in gewissen Organen ihrer Gewebe Terpenthin erzeugen, so stößt die Frage, ob und wieweit der Harzbildung an den Wunden ein pathologischer Charakter beigelegt werden kann, auf Schwierigkeit. Selbstverständlich stammt das sofort nach der Verwundung ausfließende Terpenthin aus den geöffneten normalen Harzkanälen. Es handelt sich also hier um die Frage, ob die später an den Wunden oft eintretende profuse Harzbildung nur darauf beruht, daß sich Harz aus entfernteren Theilen des Baumes nach diesen Orten hinzieht oder ob hier auch eine Neubildung von Harz vorliegt. H. v. Mohl[1]), dem wir die ersten genaueren Untersuchungen über das Vorkommen des Harzes bei den Coniferen verdanken, bekennt sich zu der ersteren Ansicht. Er stellte zunächst das normale Vorkommen der verschiedenartigen Harzbehälter bei den Coniferen fest. In der grünen Rinde finden sich allgemein senkrechte und auf weite Erstreckung verlaufende Harzkanäle; diese sind es, aus denen beim Durchschneiden der Rinde schon des einjährigen Triebes das Harz in größeren oder kleineren Tropfen ausfließt. Bei der Weißtanne schwellen diese Kanäle an einzelnen Stellen, besonders da, wo mehrere zusammentreffen, zu großen mit Harz gefüllten Blasen an, weshalb an der innern Wand der letzteren die Mündungen von zwei bis vier Harzkanälen sich finden, die sowol von oben als von unten einmünden. Da bei der Tanne die Rinde bis ins mittlere Alter glatt und unversehrt bleibt, so erhalten sich auch die Harzkanäle und ihre Erweiterungen ebenso lange; später aber werden sie in Folge der Borkebildung mit abgestoßen, weshalb nur mittelwüchsige Tannen den straßburger Terpenthin liefern, der aus jenen Harzbehältern stammt. Wie diese sogenannten Harzbeulen, linsenförmige mit Harz gefüllte Hohlräume in der Rinde, entstehen, ist bis jetzt nicht untersucht worden. Da sie aber nach der einstimmigen Aussage Mohl's[2]), Schacht's[3]) und Ratzeburg's[4]) erst an mittelwüchsigen Tannen sich bilden, so müssen sie wol aus einer Desorganisation von Rindegewebe hervorgehen, und es tritt die Frage auf, ob sie in Folge irgend einer Verwundung entstehen. Auch diese Frage ist unentschieden; nach Ratzeburg's Bemerkung sollen Tannen nie Terpenthin geben ohne krank zu sein. Ferner finden sich normal in der Rinde vieler Coniferen kleine isolirte kugel- oder linsenförmige Harzlücken, die nach Mohl meist erst im mehr-

---

[1]) Ueber die Gewinnung des venetianischen Terpenthins. Bot. Zeitg. 1859 pag. 341.

[2]) l. c. pag. 341.

[3]) Der Baum, pag. 223.

[4]) Waldverderbniß, II. pag. 7.

jährigen Triebe entstehen, sich auch mit der Zeit etwas vergrößern, aber wegen ihrer geringen Ausdehnung niemals Harzfluß hervorbringen sollen. Endlich giebt es in der Rinde auch noch horizontale Harzkanäle, welche in radialer Richtung und unter einander nicht im Zusammhange stehen; sie befinden sich in der Bastschicht in der Mitte der in die Rinde sich fortsetzenden breiten Markstrahlen und sind die unmittelbare Verlängerung der in den größeren Holzmarkstrahlen befindlichen Harzkanäle. Sie kommen bei der Fichte, Lärche und Kiefer vor und sind besonders die Ursache der Bedeckung der Schälwunden mit Harz. Im Holze der Nadelbäume sind die verbreitetsten harzabsondernden Organe die vertical verlaufenden Harzkanäle; sie verursachen hauptsächlich den Harzausfluß an Querwunden des Holzes. Die weitesten und zahlreichsten besitzt die Schwarzkiefer, demnächst die gemeine Kiefer und die Lärche, viel spärlichere die Fichte. Außerdem kommen im Holze, wie erwähnt, auch horizontale Harzkanäle vor, welche in der Mitte der großen Markstrahlen liegen und wie diese in radialer Richtung laufen; sie sind den meisten, auch die Tanne nicht ausgenommen, eigen. Harz kommt aber im Holze nicht blos in Harzkanälen vor, sondern auch als Infiltration der Holzzellen, nämlich sowol die Zellenmembranen durchdringend, als auch die Höhlungen der Zellen ausfüllend; dabei wird die Farbe des Holzes braun oder roth. Die Beschaffenheit, welche dadurch das Coniferenholz annimmt, ist unter dem Namen Kienholz bekannt. Dieser Zustand ist immer ein Zeichen des Absterbens des davon ergriffenen Holzes und muß daher schon als eine pathologische Erscheinung betrachtet werden, wenn er auch fast an jedem älteren Baume wenigstens an einzelnen Stellen vorkommt, weil eben kein Baum ganz ohne todte Holzpartien ist. Die im Stammholze steckenden abgestorbenen Stumpfe alter Aeste sind regelmäßig verkient und der etwaige Zwischenraum zwischen ihnen und dem Stammholze mit Harz erfüllt. Bei manchen Nadelbäumen, besonders bei der Lärche und bei der Kiefer und deren verwandten Arten wird allgemein das Kernholz auch ohne Vorhandensein einer Verletzung kienig; in abgehauenen Stöcken findet diese Infiltration des Kernholzes mit Harz allerdings in noch höherem Grade statt. Berücksichtigt man nur die Verkienung des Kernholzes, die mit einiger Berechtigung noch als normal bezeichnet werden darf, und an die sich die Harzinfiltration alter Aststumpfe am nächsten anschließen würde, so darf man mit Mohl diese Erscheinung in Zusammenhang bringen mit der vernichteten oder verminderten Lebensthätigkeit, nämlich mit der Verminderung der Saftführung, mit der mangelhaften Ernährung und besonders mit dem Trockenerwerden solchen Holzes, durch welches der Eintritt von Harz in die Gewebe begünstigt wird. Die Herkunft dieses Harzes beruht nach Mohl's Vorstellung einfach auf einem Uebertritt von Harz aus entfernteren Theilen des Baumes, besonders aus der Rinde und

aus dem Splinte durch die horizontalen Harzkanäle der Markstrahlen. Nach dieser Vorstellung würde es sich also beim Verkienen nur um eine Wanderung, nicht um Neubildung von Harz handeln. Da die Zellmembranen für Harz durchdringbar sind und der weichende Saftgehalt des Kernholzes Raum für deu Eintritt von Harz bietet, so ist diese Vorstellung in keinem Widerspruch mit den Thatsachen; auch Andere, so besonders N. J. C. Müller[1]), haben ihr beigepflichtet. Kienigwerden tritt nun aber auch als Folge von Verwundungen in Holzpartien ein, welche in normalem Zustande dieser Veränderung nicht unterliegen, so daß man also von einer Kienkrankheit sprechen kann. Die starke Verkienung abgehauener Stöcke wurde schon hervorgehoben. Bekannt ist, daß an den auf Harz benutzten Stämmen die den Einschnitten benachbarten Theile des Holzes verharzen; nnd das Holz geharzter Schwarzkiefern soll überhaupt kienig werden[2]). Ferner wissen wir aus den Mittheilungen Ratzeburg's, daß auch bei anderen Verwundungen locale Verkienung der Gewebe an den Wunden eintritt. Nach Wildschälen verkient das entblößte Holz, wenigstens im letzten Jahresringe oder auch noch tiefer, und zwar nicht blos bei Kiefer, Fichte und Lärche, sondern es füllen sich auch bei der Tanne[3]) die an der Wundfläche liegenden Holzzellen mit Harz; auch die Rinde um die Wunden kann Harzinfiltration zeigen. Auch auf diese Verkienung der Wunden dehnt nun Mohl seine Ansicht über den Ursprung des Kienharzes aus, indem er hervorhebt, daß das Harzen eine Schwächung der Vegetation der lebenden Bäume zur Folge hat, die besonders auch in der Verminderung des Holzzuwachses auffallend sich ausspricht, und daß gerade oberhalb der in's Holz gemachten Einschnitte jeder directe Zufluß des aufsteigenden Nahrungssaftes zum Holze abgeschnitten wird. Es erhellt, daß man dieselbe Anschauung auch auf andere Wunden, z. B. auf die Schälwunden übertragen kann: das entblößte Holz verliert seinen Saft und läßt in demselben Maße Harz aus der Umgebung eindringen und sich ansammeln. Den Widerspruch, der in der Thatsache zu liegen scheint, daß nach Harzentziehung das Holz eines Baumes verkient, sucht Mohl durch die Bemerkung zu beseitigen, daß bei so äußerst harzreichen Bäumen durch die Operation nur ein Theil des Harzes entzogen werde, und der überschüssige andere Theil trotzdem die absterbenden Holzschichten infiltriren könne. Es giebt dagegen eine Reihe von Beobachtungen, welche die Annahme zu verbieten scheinen, daß die abnorme Production von Harz bei Verwundungen allein auf Rechnung einer Wanderung schon

[1]) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. 1866, pag. 387.

[2]) Mohl, l. c. pag. 340.

[3]) l. c. II. pag. 36. Vrgl. auch Wigand, Desorganisation der Pflanzenzelle, in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. III. pag. 165.

vorhandenen Harzes aus anderen Theilen des Baumes zu setzen ist. Hier sind zunächst die vielseitigen Beobachtungen Ratzeburg's bei Verwundungen durch Schälen, Fraß rc. zu erwähnen. Leider thut aber die anatomische Ungenauigkeit derselben ihrer Verwerthung für unsere Frage Eintrag; es ist hier oft nur von „Harzreichthum" der Holzpartien die Rede, wobei es ungewiß bleibt, ob Verkienung oder Bildung eigener Harzbehälter gemeint ist; und wo die letzteren ausdrücklich genannt werden, ist über ihre anatomische Natur fast nichts Näheres zu erfahren. Sicher sind aber wenigstens zwei bemerkenswerthe Thatsachen daraus zu entnehmen. Erstens, daß in dem alten, schon vorher vorhanden gewesenen Holze in Folge der Verwundung wirkliche Harzkanäle in vermehrter Anzahl und von größerer Weite entstehen. Nach dem Fraße des Fichtenrindenwicklers (Tortrix dorsana) bilden sich nicht blos in den Ueberwallungsschichten, sondern auch in älteren Jahresringen viel Harzkanäle[1]); dieselbe Rückwirkung auf frühere Jahresringe wird beim Fraß der Kiefernmotte (Tinea sylvestrella) angegeben[2]). Auch in der Rinde der Lärche soll bei den Angriffen der Rindenlaus (Chermes laricis) eine vermehrte Bildung von Harzlücken eintreten[3]). Zweitens fand Ratzeburg fast allgemein, daß die nach einer Verwundung sich bildenden Holzschichten mehr Harzkanäle als in normalem Zustande enthalten. Dies zeigt sich im Holze der Ueberwallungen, welche an den Rändern der Schälwunden entstehen, besonders bei der Lärche, wo sich bisweilen sehr weite und auch in verticaler Richtung lange, mit Harz erfüllte Hohlräume bilden[4]); auch in der Rinde dieser Ueberwallungen fanden sich Harzbeulen, größere, mit Harz gefüllte Räume, ähnlich denen der Tannenrinde. Dasselbe gilt von den Holzschichten der Ueberwallungen, die sich an den Fraßstellen der Kiefernmotte, sowie des Fichtenrindenwicklers[5]) bilden, desgleichen von der Rinde der gallenartigen Holzanschwellungen der Lärche, die durch den Fraß des Lärchenrindenwicklers (Tortrix Zebeana)[6]) hervorgebracht werden. Auch der Verlust dünnerer Zweige hat für die davon betroffenen Aeste meistens den Erfolg, daß in den nach der Verwundung sich bildenden, meist schwachen Holzringen ungewöhnlich viel Harzkanäle erscheinen, die sogar manchmal die ganze Breite des Jahresringes einnehmen. Dies berichtet Ratzeburg[7]) von den durch Wild verbissenen besenförmigen Lärchen,

---

[1]) l. c. I. pag. 262.
[2]) l. c. I. pag. 197.
[3]) l. c. II. pag. 64.
[4]) l. c. II. pag. 76.
[5]) l. c. I. pag. 197 und 262.
[6]) l. c. II. pag. 69.
[7]) l. c. II. pag. 66.

von den durch Nonnenfraß beschädigten Fichtenzweigen[1]) und von der Kiefer nach dem Fraße der Forleule[2]). Die Beziehung zur Verwundung prägt sich dabei sogar darin aus, daß an einseitig entästeten Zweigen nur in den an der entästeten Seite liegenden schmalen Jahresringen Harzreichthum eintritt. Besonders wichtig ist auch das Verhalten der sonst im Holze harzarmen Tanne, bei welcher nach Schälen im Ueberwallungsringe, sowie in den Holzschichten, die sich nach dem Verbeißen durch Wild und nach dem Fraße des Tannenwicklers (Tortrix histrionana) in den beschädigten Aesten bilden, in großer Anzahl wirkliche Harzkanäle auftreten sollen[3]). Das Auftreten von Harz in neuen Harzkanälen kann kaum anders als eine Neubildung dieses Stoffes aufgefaßt werden, wenn wir das, was über die Entstehung der Harzkanäle überhaupt bekannt ist, berücksichtigen. Mohl nahm für alle Arten von Harzkanälen und Harzlücken die gleiche Entstehung aus Intercellulargängen an: da, wo dieselben sich bilden, weichen gewisse Zellen ohne zu verschwinden auseinander, und der dadurch entstehende Hohlraum füllt sich mit Terpenthinöl, er bleibt von den auseinandergewichenen Zellen ausgekleidet, und diese durch ihre geringere Größe, zarte Membran und Protoplasmareichthum ausgezeichnet, sind als die Secretionsorgane des Trepenthinöls zu betrachten. Von letzterem ist aber in den Zellen selbst keine Spur vorhanden; dasselbe nimmt diese chemische Form erst an in dem Augenblicke wo die nicht näher bekannte chemische Verbindung, welche den Stoff dazu liefert, aus den Secretionszellen in den Hohlraum übertritt. Eine entgegengesetzte Ansicht äußerte Karsten[4]), der sich auch Wiegand[5]) anschloß; hiernach sollten sämmtliche harzführende Behälter durch Desorganisation von Zellen entstehen, welche ursprünglich dort, wo später der Harzkanal sich befindet, vorhanden waren; im Zellinhalte trete Terpenthinöl auf, während die Zellmembranen sich in Harz verwandeln, weshalb der Inhalt des Harzkanales ein Gemenge aus Harz und Terpenthinöl sei. Genauere Untersuchungen haben gezeigt, daß in der Natur beide Entstehungsarten vorkommen. Ich fand[6]) die erstere Ansicht zutreffend für die eigentlichen Harzkanäle, welche normal in der grünen Rinde sowie im Holze, besonders bei der Kiefer enthalten sind. Nach dem zweiten Modus sah ich die Entstehung der harzführenden Höhlen, welche im Bast älterer Stämme der Thuja occidentalis vorkommen: Gruppen von Parenchymzellen des Bastes und der Mark-

[1]) l. c. I. pag. 234.
[2]) l. c. I. pag. 154.
[3]) l. c. II. pag. 18, 26, 33.
[4]) Ueber die Entstehung des Harzes ꝛc. Bot. Zeitung 1857.
[5]) l. c. pag. 164.
[6]) Beitr. z. Pflanzenphysiologie pag. 119—123.

strahlen desselben werden reicher an protoplasmatischem Inhalt, sowie an Stärkekörnchen, zugleich treten Tröpfchen von Terpenthinöl im Inhalte auf; letzteres vermehrt sich während die übrigen Bestandtheile des Zellinhaltes schwinden; zuletzt wird auch die Zellmembran aufgelöst und das desorganisirte Gewebe läßt eine mit Terpenthinöl gefüllte Höhle zurück. Selbst die dickwandigen Bastfasern werden allmällig von außen nach innen aufgelöst und sehen dabei wie angefressen aus. Die Höhle kann sich erweitern, indem dieser Proceß im umgebenden Gewebe des Bastes fortschreitet. Den gleichen Vorgang sah ich stattfinden, wenn, wie es bisweilen geschieht, die normalen Harzkanäle im Holze der Kiefer sich erweitern zu größeren harzführenden Höhlen; hier erfüllen sich die den Kanal umgebenden Holz- und Markstrahlzellen mit Harz, und darauf verschwinden auch ihre Membranen. Ferner hat Dippel[1]) nachgewiesen, daß auf dieselbe Weise auch die Harzgänge im Holze der Tanne entstehen, welche wol schon im normalen Zustande allgemein, wenn auch nicht in großer Anzahl vorhanden zu sein scheinen. Es finden sich hier einzelne Harzzellen, d. s. parenchymatische mit Harz gefüllte Zellen, ferner Harzzellengruppen, d. s. größere Gruppen gestreckter harzführender Holzparenchymzellen, welche stets von kürzeren stärkeführenden Holzparenchymzellen begleitet werden; endlich ächte Harzgänge, welche ebenfalls von stärkeführendem Holzparenchym umgeben sind und stets an einen Markstrahl angrenzen. Ihre Entstehung beruht darauf, daß Anfangs eine Gruppe stärkeführender Holzparenchymzellen vorhanden ist, deren mittlere unter Harzbildung sich auflösen, indem zuerst im Inhalte an die Stelle der im Winter vorhandenen Stärkekörnchen Harz tritt und darauf auch die Membranen der harzerfüllten Zellen verschwinden.

Ursprung des Harzes.

Bei der Resinosis muß also ein doppelter Ursprung des Harzes als möglich angenommen werden. Erstens die von Mohl geltend gemachte Wanderung von Harz aus den normalen Harzkanälen entfernt liegender Theile des Stammes, wodurch gewisse Gewebepartien sich mit Harz infiltriren, ein Vorgang der jedenfalls auf die eigentliche Verkienung des Holzes beschränkt ist. Zweitens eine Neubildung von Harz. Diese liegt unzweifelhaft allen Bildungen von Harzkanälen zu Grunde, mögen dieselben als Erweiterungen von Intercellulargängen oder durch Desorganisation von Gewebe entstehen. Auch bei der Verkienung könnte eine Neubildung von Harz (aus anderen Pflanzenstoffen) betheiligt sein, worüber jedoch nichts entschieden ist. Bei der Erweiterung von Intercellulargängen zu Harzkanälen, wobei das Harz als echtes Secret von den auseinanderweichenden Zellen abgeschieden wird, gehen keine Zellen, überhaupt keine

[1]) Zur Histologie der Coniferen. Bot. Zeit. 1863. Nr. 35. Taf. X.

organisirten Theile der Pflanze verloren; das Harz entsteht hier aus plastischem Nahrungsmaterial, welches nach dem Orte der Harzbildung hinströmt und sich erst dort in Harz umwandelt. Bei Harzbehältern, welche ihre Entstehung der Zerstörung von Zellgewebe verdanken verbietet sich ebenfalls die Annahme, daß das Harz aus entlegeneren Theilen zugeströmt sei, denn auch diese Behälter liegen in der Regel mitten in normalem harzfreiem Gewebe. In diesem Fall könnte die Neubildung von Harz beruhen auf der Umwandlung von Stärkekörnern und Zellmembranen, wie es Karsten's und Wigand's Ansicht ist, für die sich auch Dippel bei der Tanne ausgesprochen hat. Chemisch wäre diese Umwandlung denkbar als ein Zerfallen der Kohlenhydrate nach Abgabe von Sauerstoff in Wasser und Terpenthinöl. Da in dem Maaße als Harz sich bildet, die daselbst vorhandenden Stärkekörner und Zellmembranen verschwinden, so ist diese Umwandlung sehr wahrscheinlich; sicher bewiesen ist sie freilich noch nicht. Jedenfalls gehen der Pflanze bei dieser Harzbildung organisirte Theile verloren. Zur Füllung dieser Harzbehälter kann aber das dabei verloren gehende Material von Stärkekörnern und Zellhäuten unmöglich hinreichen. Dies springt besonders da in die Augen, wo weite und sehr dünnwandige Zellen mit verhältnißmäßig wenigen und kleinen Stärkekörnchen dem Harzbehälter den Ursprung geben, wie ich bei denjenigen in Baste der Thuja hervorgehoben habe[1]). Es bleibt auch hier nur die Annahme übrig, daß ein mehr oder minder großer Theil des Harzes aus besonders zu diesem Zwecke zugeströmtem Nahrungsmaterial entstanden ist. In dieser Ueberzeugung bestärkt uns außerdem noch im höchsten Grade die Erwägung, daß das Terpenthinöl die kohlenstoffreichste Substanz des Baumes ist, daß also auf den Kohlenstoffgehalt der gewöhnlichen Pflanzensubstanz, aus welcher dasselbe entstehen könnte und entstehen muß, also z. B. der Kohlenhydrate, berechnet, ein Gewichtstheil Terpenthinöl einem viel mal größeren Gewichtstheil irgend eines anderen Pflanzenstoffes äquivalent ist.

Pathologischer Charakter der Harzbildung.

Ziehen wir die Ratzeburg'schen Angaben über die allgemein vermehrte Anzahl von Harzkanälen in den nach Verwundungen sich bildenden Holzringen[2]) in Betracht, so kommen wir nach dem Vorstehenden zu dem Schluße, daß bei harzbildenden Bäumen die Verwundung eine pathologisch gesteigerte Harzproduction in der Nähe der Wundstellen aus Quantitäten von Nahrungsstoffen zur Folge hat, welche im normalen Zustande an der betreffenden Stelle nicht auf diese Weise verloren gegangen sein würden. Berücksichtigt man, daß die Resinosis einestheils an den

[1]) l. c. pag. 123.

[2]) Eine Vermehrung von Harzkanälen im Wundholze hat auch de Vries (Ueber Wundholz. Flora 1876, pag. 121) bemerkt.

durch Wunden entblößten und dadurch in ihrer Lebensthätigkeit gestörten Geweben, insbesondere auch in solchen, die einem allmäligen natürlichen Absterben verfallen (Aststumpfe), anderntheils in den unmittelbar nach Verwundungen sich bildenden Geweben eintritt, die alle mehr oder minder auch in ihrem geringerem Volumen (Enge der Holzringe nach Fraß rc.) eine Depression der Lebensthätigkeit bekunden, so dürfen wir die Resinosis überhaupt als Symptom einer Schwächung der Vegetation betrachten. Es kann daher nicht Wunder nehmen, daß sie als Begleiterscheinung nicht blos nach Verwundung, sondern auch bei anderen Krankheiten auftritt, z. B. bei manchen von denjenigen, die durch Parasiten verursacht werden (z. B. bei Peridermium pini und anderen). Man könnte einen Widerspruch darin finden, daß bei Schwächung der Lebensthätigkeit eine vermehrte Production eines Stoffes statfindet, der wegen seines Kohlenstoffreichthums ein großes Quantum assimilirten Materiales zu seiner Bildung beansprucht. Allein dieses Material wird in den leidenden Theilen nicht selbst erzeugt, sondern ihnen erst zugeführt, und die Vorstellung ist gerechtfertigt, daß in den kranken Organen alles vorhandene und zuströmende plastische Material einer abnormen Stoffmetamorphose verfällt. Es könnte auch sein, daß die geschwächte Vegetation und die mangelhaftere Bildung der Gewebe selbst erst zum Theil in causaler Beziehung zur Harzentartung stehen. Allein dies sind noch offene Fragen. Es darf übrigens nicht vergessen werden, daß die vermehrte Harzsecretion an den Wunden für die Pflanze vortheilhaft ist, weil die Bedeckung mit Harz eines der vorzüglichsten Mittel zur Conservirung des entblößten Gewebes und zum Schutze desselben vor den Einwirkungen der Atmosphärilien ist.

Abnorme Gewebebildung. Harzdrusen. Auslösungen des Holzkörpers

Der pathologische Charakter, den die Harzbildung annehmen kann, erhält einen weiteren Ausdruck darin, daß sie in einigen Fällen sogar durch eine abnorme Gewebebildung eingeleitet wird. Schon in der ungewöhnlichen Vermehrung der Harzkanäle in einem Holzringe spricht sich eine veränderte Thätigkeit der Gewebebildung aus. Die Entstehung eines ganz abnormen Gewebes aber liegt der Bildung der sogenannten Harzdrusen oder Harzgallen zu Grunde. Man versteht darunter sehr große harzerfüllte Lücken, die beim Zerspalten des Holzes zum Vorschein kommen. Sie finden sich bis zur Größe und Dicke eines Thalerstückes und wol auch noch größer und liegen innerhalb eines einzigen Holzringes im Frühjahrsholze, so daß das Herbstholz desselben ebenso normal ist, wie dasjenige des nächstälteren angrenzenden Jahresringes. Das was im Hohlraum nicht mit Harz erfüllt ist, wird von einem abnormen Holzparenchym eingenommen. Dieses ist besonders ringsum an den Rändern in Menge vorhanden; es besteht aus lauter ungefähr isodiametrischen aber ganz unregelmäßig gestalteten und völlig ordnungslos liegenden verholzten

Parenchymzellen, von denen die am weitesten nach der Mitte der Harzgalle gelegenen alle Uebergänge der Desorganisation in Harz zeigen, d. h. sie sind mit solchem erfüllt und ihre Membranen mehr oder weniger in der Auflösung begriffen. Dagegen zeigt das Holz in der nächsten Umgebung und besonders auch vor der Harzdruse gegen das Herbstholz hin, die normale Zusammensetzung aus Holzfasern, welche in radiale Reihen geordnet sind, so daß die Harzdruse und die sie erfüllende parenchymatische Wucherung ringsum ziemlich scharf abgegrenzt ist. Das Gesagte gilt vom Fichtenholz, wo ich diese Bildungen beobachtet habe; Ratzeburg[1]) fand sie auch bei der Tanne und fügt Bemerkungen hinzu, die eine Uebereinstimmung mit dem eben Gesagten vermuthen lassen. Auch Dippel[2]) erwähnt die Harzgallen bei der Tanne als eine abnorme Erscheinung. Kleine parenchymatische Zellen an Wänden der Harzdrusen hat auch Karsten[3]) gesehen. Es muß wol angenommen werden, daß die ganze Harzdruse durch Desorginasation eines vorher an ihrer Stelle vorhandenen abnormen Holzparenchyms entsteht. Ob das letztere gleich ursprünglich von der Cambiumschicht in dieser Form gebildet wird oder sich erst später durch Theilung normaler Holzzellen entwickelt, ist unbekannt. Jedenfalls geht hier der Harzbildung eine pathologische Gewebebildung, bestehend in einer vermehrten, ein Parenchym erzeugenden Zelltheilung, voraus. Ob Harzdrusen in einer direkten oder indirekten Beziehung zu einer stattgehabten Verwundung stehen, darüber fehlt es ebenfalls an Erfahrungen. Ich fand sie sowol in verkientem Holze, als auch ringsum von normalen, nicht kienigen Holzschichten eingeschlossen. — Mit dieser Erscheinung nahe verwandt sind die sogenannten Auslösungen des Holzkörpers der Coniferen. Bisweilen löst sich an gespaltenem Holze und selbst an Schiffsmasten ein runder glatter Kern vollständig aus dem Holze aus. Hallier[4]) hat nachgewiesen, daß hier ein Jahresring ringsum in eine abnorme Bildung von Holzparenchym übergegangen und in letzterem Desorganisation in Harz eingetreten ist. Ich kann dies von einem Fichtenholz bestätigen. Der sechste Jahresring zeigte hier nur die ersten Schichten seines Frühjahrsholzes aus kurzzelligem Holzparenchym bestehend, welches unter Harzbildung im Zerfall begriffen war. Der aus den fünf ältesten Jahresringen bestehende Kern löste sich als ein runder, auf der ganzen glatten Oberfläche mit Harz überzogener Cylinder heraus. Auch das Rohr hatte inwendig eine ziemlich glatte, etwas harzende Oberfläche. Der übrige Theil des Jahresringes bestand aus normalem

[1]) l. c. II. pag. 4.
[2]) l. c. pag. 254.
[3]) l. c. pag. 316.
[4]) Phytopathologie, pag. 82.

Holz, ebenso war das Herbstholz des letzten Kernringes normal. Ueber die Ursache dieser Bildung verbreitet vielleicht der Umstand einiges Licht, daß der Kern einen Quirl von Aststumpfen trug, welche in dem darauf liegenden jüngeren Holze steckten und wie gewöhnlich verkient und von einer Harzschicht umhüllt waren; und es ist eben von Bedeutung, daß der letzte Jahresring der Aststumpfe dasselbe Alter hatte wie derjenige des Kernes, also die Oberfläche des Kernes die direkte Fortsetzung derjenigen der Aststumpfe war. Die Harzbildung hat also muthmaßlich als die gewöhnliche Erscheinung am Quirl der Aststumpfe begonnen, während die Bildung von Holzparenchym und die Verharzung desselben im Mutterstamme nachgefolgt zu sein und von der Basis der Stumpfe aus über diesen sich verbreitet zu haben scheint.

Harz anderer Pflanzen.

Auch das Harz einiger anderer Pflanzen, welches aus den Stämmen ausfließt, wie der Kopal, des Epheuharz, das Xanthorrhoea-Harz, scheint wenigstens zum Theil aus einer Desorganisation von Geweben hervorzugehen, denn Wigand[1]) konnte an den genannten Droguen noch Umwandlungszustände von Zellgeweben in Harz auffinden. Die Entstehung dieser und anderer Harze in der Pflanze ist noch nicht untersucht worden.

2. Gummifluß, Gummosis oder Gummikrankheit.

Gummifluß.

Was bei den Coniferen der Harzfluß, das ist bei den Amygdalaceen, besonders beim Steinobst, als Kirsch-, Pflaumen-, Aprikosen- und Pfirsichbäumen, der Gummifluß. Zwischen beiden Erscheinungen ist fast in allen Punkten Analogie zu finden. Es ist keine Verwundung der holzigen Theile dieser Bäume, zumal der Kirschbäume, denkbar, bei welcher nicht Gummifluß eintreten könnte und auch wirklich eintritt. Das Gummi sammelt sich als eine mehr oder minder braune, durchsichtige bald zähflüssige, bald mehr erhärtete Masse an der Oberfläche an, gewöhnlich unmittelbar auf oder neben einer Wundstelle, oft aber auch in einiger Entfernung von einer solchen, und dort hat es sich selbst einen Weg durch das Periderm gebrochen. Bisweilen sind der Stamm oder einzelne Aeste ganz bedeckt mit solchen Gummiflüssen. Dieses Secret gehört in die Reihe der Gummiarten, ist also ein Kohlenhydrat, isomer mit dem Zellstoff; es ist löslich oder aufquellbar in Wasser, gerinnt in Alkohol und giebt nach Behandlung mit Salpetersäure Schleimsäure (neben Oxalsäure).

Entstehung des Gummi.

Nachdem schon einige Botaniker, wie Karsten[2]) und Trecul[3]) die Meinung ausgesprochen hatten, daß das Kirschgummi durch Umwandlung der Zellmembranen des Holzes und der in den Zellen enthaltenen

---

[1]) l. c. pag. 166.

[2]) Bot. Zeitg. 1857. pag. 319.

[3]) Sur la maladie de la gomme etc. Comptes rendus. 1860. pag. 621.

Stärkekörner entstehe, wurde eine genauere Untersuchung dieses Vorganges von Wigand[1]) und von mir[2]) geliefert. Aus dieser ergiebt sich Folgendes. In Gummientartung kann sowol das Holz, als auch Rinde und Bast, schließlich auch die Cambiumschicht übergehen. Die größten Veränderungen finden dabei im Holze statt.

Gummibildung im Holzkörper.

1. Gummibildung im Holzkörper. Wenn Aeste oder Zweige Gummiflüsse zeigen, so findet man im Holze derselben meistens bis auf weitere, von den Wundstellen entferntere Strecken, daß eine mehr oder minder große Anzahl von Gefäßen und Holzzellen mit einem homogenen, gelben bis braunen, ziemlich harten, knorpelartigen Gummi erfüllt sind. Das Holz, im gesunden Zustande von weißlicher Farbe, nimmt dadurch eine mehr röthlich- oder bräunlich graue Farbe an; denn nicht selten sind dann beinahe sämmtliche, im Kirschholze sehr zahlreichen Gefäße mit Gummi gefüllt. Das in den Holzzellen und Holzparenchymzellen enthaltene Gummi erweist sich deutlich als eine Umwandlung der sogenannten secundären Membran, denn stets ist diese dicke innere Schale der Zellmembran verschwunden und an deren Stelle Gummi getreten, welches durch sein Aufquellen die Zelle erfüllt, die dann nur noch von der äußeren Schale der Membran umgeben ist. Am deutlichsten und in allen Stadien der Umwandelung ist dies an den Holzfasern zu sehen, weil bei diesen die innere Schale, welche zu Gummi wird, so dick ist, daß sie fast das Lumen der Zelle ausfüllt. Wenn in Holzparenchymzellen und

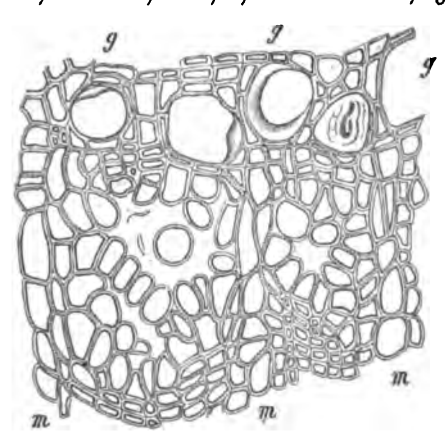


Fig. 11.

Stück des Durchschnittes durch **das Holz eines Astes bei der Gummikrankheit des Kirschbaumes** (Prunus avium). ggg Gefäße, die theilweis mit Gummi erfüllt sind. Zwischen den Markstrahlen mmm die Anfänge zweier Gummidrusen aus einem abnormen Holzparenchym, in dessen Mitte bereits einige Zellen durch Umwandlung in Gummi verschwunden sind und eine gummiführende Höhle sich zu bilden beginnt. 200fach vergrößert.

[1]) Ueber die Deorganisation der Pflanzenzelle 2c. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. III. pag. 115 ff.

[2]) Ueber die anatom. Bedeutung u. die Entstehung der veget. Schleime. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. V. pag. 25 ff.

in den **Markstrahlen** Stärkekörnchen enthalten sind, so können dieselben bei dieser **Gelegenheit** ebenfalls in Gummi sich umwandeln, oft schon ehe die **Desorganisation der** Zellmembran beginnt: es liegen dann Körnchen von Gummi **oft noch neben** unveränderten oder halb umgewandelten Stärkekörnchen **in den Zellen**. In den Gefäßen erscheint das Gummi am häufigsten **einseitig nur** einer kleinen Stelle der Gefäßwand aufsitzend, wie ein flacher **bis** halbkugeliger Tropfen; oder auch in einer ringsum laufenden **Schicht die** Wand bekleidend; in vielen Gefäßen ist es so stark gequollen **und vermehrt**, daß es ganz oder fast ganz die Gefäßhöhle ausfüllt (**Fig. 11 g**). Prillieux[1]) behauptet, daß dieses Gummi nicht durch **Desorganisation** der Gefäßmembran entstehe. Ich kann dem nicht beipflichten. Man sieht zwar vielfach unter dem Gummiüberzuge die Membran intact, weil das Gummi sich auf der Innenseite der Gefäßwand weiter verbreitet. Hat man aber gerade die Ursprungsstelle der Gummimasse im optischen Durchschnitte, so erkennt man deutlich, daß auf einer mehr oder minder breiten Stelle die Gefäßwand verschwunden und Gummi an ihre Stelle getreten ist, ja daß sich das letztere manchmal sogar bis auf eine angrenzende Holzzelle fortsetzt. Es gewinnt den Anschein, als wenn die in den Gefäßen hängenden Gummitropfen zum Theil mit aus der Desorganisation einer angrenzenden Holzzelle hervorgehen und als Extravasat in die Gefäße übertreten. Dieser kranke Zustand des Holzes kann, auch wenn er erst spät eintritt, sich bis auf die ältesten Holzringe ausdehnen; er kann den ganzen Holzkörper ergreifen, wenn der Zweig selbst stark an Gummosis leidet, oder nur einen Theil, z. B. wenn ein Ast, welcher leidlich gesund ist, einen gummikranken Zweig trägt; in seinem Holze zieht sich dann einseitig eine dunklere kranke Partie auf eine gewisse Erstreckung hin. Aber niemals kann das auf diese Weise entstehende Gummi zum Erguß nach außen kommen, es bleibt stets in den Gefäßen und Zellen des Holzes eingeschlossen und wird schließlich hier nicht weiter vermehrt. Die Cambiumschicht wird dadurch in ihrer Thätigkeit nicht alterirt; sie kann fortfahren normale Holzringe zu erzeugen, und diese können sogar gesund bleiben. Häufig aber ist die Gummosis der Gefäße und Holzzellen der Vorbote tiefer eingreifender Veränderungen, die in den nächstfolgenden Jahren in der Thätigkeit der Cambiumschicht eintreten. Diese bildet dann stellenweis kein normales Holz, sondern kleinere oder größere, lediglich aus abnormem Holzparenchym bestehende Gewebecomplexe, und aus diesen entstehen, indem ihre Zellen sich in Gummi umwandeln (Fig. 11), größere mit Gummi erfüllte Kanäle (**Gummidrusen**). Das gummierzeugende Holzparenchym wird abgelagert in Gruppen

---

[1]) Comptes rendus. 1874. pag. 1190 ff.

von rundlichem Querschnitt, die beiderseits meist von Markstrahlen, nach vorn und hinten von normal zusammengesetzten Geweben des Holzkörpers begrenzt sind und gewöhnlich in einem Jahresring zu mehreren, oft in großer Zahl tangential nebeneinander liegen. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie auf dem Querschnitte als dunkle Punkte, die in den Jahresringen eine diesem parallele Linie bilden (Fig. 13 B). Häufig sind die centralen Zellen solcher Gruppen beträchtlich größer als die umgebenden, welche in Folge dessen mehr oder weniger flach gedrückt und peripherisch um das Centrum gelagert sind, so daß die Gruppe oft völlig kreisrund ist. In Folge vermehrter Zellenbildung der Cambiumschicht an dieser Stelle und stärkeren Wachsthumes der centralen Zellen ragt eine solche eben entstandene Gruppe mit ihrer Cambiumschicht gewöhnlich bogenförmig in den Bast vor (Fig. 12). Sehr bald nach der Bildung solcher Holzparenchymgruppen tritt auch die Gummibildung im Centrum derselben unter Desorganisation der dort stehenden Zellen ein und schreitet mehr oder weniger weit ringsum gegen die Peripherie fort (Fig. 11). Die Gummibildung geht aber hier umgekehrt wie im vorigen Falle an jeder Zelle in centripetaler Richtung vor sich: zuerst wird die primäre Membran und zuletzt die inneren mit den Tüpfeln versehenen Schichten nach und nach von außen nach innen aufgelöst. Man findet gleichzeitig Zellen iu allen Stadien der Umwandlung neben einander. Im letzten Stadium sieht man die Zelle nur noch als dünne innerste Membranschicht mit der ursprünglichen Zellhöhle, eingebettet in der homogenen Gummimasse. Einige der schon im Gummi liegenden Holzparenchymzellen zeigen, so lange sie selbst noch nicht angegriffen sind, ein Wachsthum und eine Vermehrung durch Quertheilung, wodurch sie zu kurzen, in die Gummimasse hineinragenden Zellreihen auswachsen (Fig. 12), die jedoch früher oder später ebenfalls der Desorganisation anheimfallen. Oft entstehen auch in diesem abnormen Holzparenchym Stärkekörner; diese werden dann ebenfalls mit in die Gummientartung hineingezogen. Bisweilen liegen die Complexe von Holzparenchym so nahe nebeneinander und ihre Gummificirung schreitet so weit fort, daß mehrere Gummidrusen seitlich zusammenfließen. Oder der Complex des abnormen Gewebes wird gleich in einem längeren Streifen eines Jahresringes angelegt (Fig. 12). In beiden Fällen werden größere gummiführende Lücken im Holzringe gebildet. Dabei können aber die abnormen Gewebemassen immer noch von normal gebautem Holzgewebe umschlossen sein, d. h. die Cambiumschicht kann nach der Bildung derselben wieder normal Holzfasern und somit eine regelmäßige Herbstholzschicht ablagern. Dann bleiben auch diese Gummidrusen für immer im Holzkörper eingeschlossen, und die Holzbildung kann dann im nächsten Jahre

auch wieder normal anheben. Gewöhnlich aber kehrt dann die Abnormität in den folgenden Jahren wieder und zwar in erhöhtem Grade. Die Cambiumschicht scheidet dann oft bis zum Schlusse der Vegetationsperiode nur dergleichen Holzparenchym an den Holzkörper ab (Fig. 12). Da dieses nun wie gewöhnlich der Gummibildung verfällt, so schreitet die letztere in diesem Falle bis in die Cambiumschicht fort. Da dann gewöhnlich auch schon eine Gummificirung des Bastgewebes besteht, so schließt sich jene an diese an, und nun kann das in der großen Gummidruse des Holzes erzeugte Gummi ebenfalls zum Ausfluß nach außen kommen.

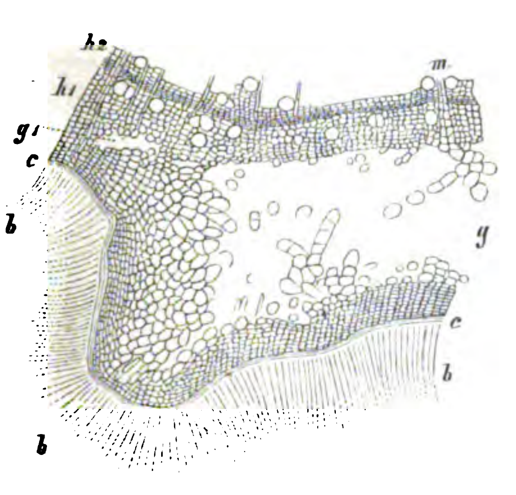


Fig. 12.

Durchschnitt durch einen Theil einer sehr großen **Gummidruse im Holze bei der Gummikrankheit des Kirschbaumes.** h_1 der Holzring des letzten Jahres h_2 Grenze des vorigen Jahresringes. cc Cambiumschicht, nebst dem Holzkörper über der großen Gummidruse g bogenförmig nach außen vorstehend; die Desorganisation des Gewebes dort nahezu bis zur Cambiumschicht fortgeschritten. bbb Bast. g_1 eine kleinere Gummidruse im Holze. m Markstrahl.

Gummibildung im Bast- und Rindegewebe.

2. **Gummibildung im Bast- und Rindegewebe.** Der allergrößte Theil des aus den Stämmen hervorquellenden Gummi stammt aus den eben genannten Geweben. Es werden hierbei nicht nur die dünnwandigen Zellen, sondern auch die dickwandigen Bastfasern aufgelöst, indem die Membranen allmälig in die allgemeine Gummimasse zerfließen; nur das Korkgewebe des Periderms bleibt von der Gummosis verschont. Wo Gummiflüsse zum Ergusse kommen, also besonders in der Nähe von Wunden, da ist immer Bast und Rinde in gewisser Ausdehnung in Gummientartung übergegangen. Aber die letztere kann sich von dort aus auch auf weite Strecken unter dem unversehrten Periderm hinziehen, ohne daß sie sogleich überall nach außen zum Durchbruche kommt. Außerdem kommen auch in den äußeren Theilen der Rinde älterer Stämme, nämlich im Periderm oder in der Borke, isolirte, scharf umschriebene kleinere Gummidrusen von oft linsenförmiger Gestalt vor, welche nach einwärts durch eine Periderm-

schicht von der gesunden Rinde abgegrenzt werden und häufig nach außen aufbrechen.

Tödtung der Cambiumschicht. Absterben der Aeste.

An allen Stellen, wo der Bast in Gummi umgewandelt ist, desgleichen da, wo das Holz bis an seine äußere Grenze derselben Umwandelung unterliegt, verschwindet auch die Cambiumschicht, da sie mit in diese Veränderungen hineingezogen wird. Die Folge davon ist dieselbe, als wenn die Cambiumschicht durch eine Verwundung verloren gegangen wäre: in dieser ganzen Ausdehnung erhält weder der Bast noch das Holz einen Zuwachs. Der Ast erzeugt dann nur noch an einem Theile seines Umfanges, der bisweilen nur ein kleiner ist, neues Holz, nämlich nur dort, wo die Cambiumschicht am Leben geblieben ist (Fig. 13). Der Holzkörper erhält auf diese Weise sehr unregelmäßige Form. Die unvollständigen Holzringe, die sich dann bilden, suchen sich an den Rändern abzurunden, d. h. einen Ueberwallungswulst (s. Wundenheilung) zu erzeugen, der vom alten Periderm bedeckt bleibt, aber sich mit neuem Bast und Periderm bekleidet und die verdorbene Stelle des Holzkörpers zu überwallen sucht. Dies gelingt aber meist nur wenig; denn in der Regel tritt dann auch an den Ueberwallungsschichten dasselbe abnorme Holzgewebe und die Gummientartung desselben auf, die auch hier wieder zu jenem Erfolge führen kann. Es findet also einige Jahre hindurch ein Kampf zwischen Gummosis und Ueberwallung statt, der aber immer mehr zum Nachtheil der letzteren sich gestaltet und endlich mit der gänzlichen Vernichtung der Cambiumschicht und dem Erlöschen der Lebensthätigkeiten des Astes abschließt. In Fig. 13 sind verschiedene Zustände von Aesten, die unter Gummosis absterben, dargestellt.

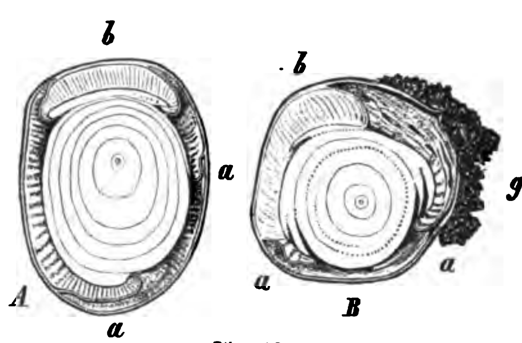


Fig. 13.

Aeste des Kirschbaumes, die unter Gummosis absterben, im Querschnitte, schwach vergrößert. A noch lebend, B im letzten Stadium des Lebens, wo sich Gummi schon auswendig bei g angesammelt hat. aaaa die Stellen, wo die Cambiumschicht die todten Partien zu überwallen versuchte, jetzt auch getödtet. bb die einzigen Punkte, an denen die Cambiumschicht und Rinde noch nicht durch Gummosis getödtet sind und den letzten Ueberwallungsversuch gemacht haben. Der Holzkörper in B mit zahlreichen, als Punkte erscheinenden Gummidrusen, die in Kreisen oder Bogenlinien angeordnet sind.

Während der Vegetationsruhe ist das Gummi im Innern wie an

der Oberfläche der Pflanze ziemlich eingetrocknet und erfährt keine merklichen Veränderungen. Während der Vegetationsperiode quellen theils an neuen Stellen zähflüssige Gummimassen aus der Rinde hervor, theils werden die alten Gummiexcrete von innen her durch den Saftzufluß wieder erweicht und vergrößert.

Veranlassung der Gummikrankheit.

Hinsichtlich der Veranlassung der Gummikrankheit finden wir die auffallendste Analogie mit der abnormen Harzbildung, indem wir auch sie als eine Begleiterscheinung bei Schwächung der Vegetation, d. h. bei mangelhafter Bildung normaler Organe und Stoffe, also beim allmäligen Erlöschen der Lebensthätigkeiten von Stammtheilen, Aesten und Zweigen antreffen. Darum sind in erster Linie allerlei Verwundungen, indem sie eine locale oder weiter ausgedehnte Schwächung der Vegetation zur Folge haben, Veranlassung zur Gummosis.

Man trifft zunächst in den Aststumpfen, welche durch Abbrechen gesunder Aeste entstanden sind, ferner in den im Holzkörper des Zweiges eingeschlossenen Basaltheilen der Holzkörper abgefallener Blätter und abgestorbener Zweige die Gefäße und Holzzellen allgemein in ungewöhnlich großer Menge, oft sämmtlich von der Gummosis ergriffen. Ferner pflegt überhaupt in solchen Aesten, deren Zweige zum großen Theile abgebrochen oder abgestorben sind oder nur ein kümmerliches Dasein fristen, Gummi in besonders reichlicher Menge erzeugt zu werden. Sorauer[1]) sah an Kirschbäumen, von denen er im Frühjahr sämmtliche Augen entfernt hatte, Gummifluß eintreten. Allen Verletzungen der Rinde durch Quetschung, Reibung, Schälen, sowie den gröberen Verwundungen des Holzes durch Anhauen, Einschneiden, Einschlagen von Nägeln u. dergl., folgt fast unfehlbar Gummifluß an der Wunde; nicht minder häufig ist die Erscheinung an den Ueberwallungsrändern der Holzwunden; und ebenso tritt sie oft nach dem Propfen ein. Wie bei der abnormen Harzbildung, so können aber auch hier außer den Wunden noch andere schädliche Einflüsse, sofern sie eine Schwächung oder allmäliges Erlöschen der Lebensthätigkeit verursachen, Gummikrankheit herbeiführen, wie z. B. Beschädigung der Zweige durch Frost, oder Kränkeln derselben in Folge von Wurzelkrankheiten wegen ungeeigneten Bodens, u. s. w.

Ursprung des Gummi.

Wie die unmittelbare Beobachtung lehrt, entsteht bei der Gummikrankheit durch Umwandlung von Zellmembranen und Stärkekörnern Gummi, ein Vorgang, der in chemischer Beziehung auf keinerlei Bedenken stößt, da es sich um isomere Verbindungen handelt. Wigand hält nun diese in Desorganisation übergehenden Theile für die einzige Quelle des Gummi und kommt daher zu der Behauptung, daß durch die Gummi-

[1]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 192.

krankheit dem Baume nur feste Membranen, aber keine Säfte entzogen werden. Diese Meinung, die von keinem der früheren Schriftsteller getheilt wurde, habe ich zu entkräften gesucht, indem ich auf Folgendes hinwies[1]). Die Masse der verloren gehenden Zellmembranen steht weit zurück hinter derjenigen des an ihrer Stelle tretenden Gummi. Man braucht nur die an einer gewissen Stelle eines Astes auswendig angehäufte oft sehr bedeutende Gummimasse zu vergleichen mit der Ausdehnung der im Innern verflüssigten Gewebecomplexe und zu berücksichtigen, daß der Raum, den die letzteren einnahmen, ebenfalls ganz mit Gummi erfüllt ist, um sofort überzeugt zu sein, daß die aufgelösten Zellmembranen nicht hinreichend waren, um das ganze entstandene Gummi zu erzeugen, besonders wenn man noch bedenkt, daß der Bast, der die Hauptmasse des Gummi liefert, vorwiegend dünne Zellmembranen hat, und daß das Gummi, sowol das an der Stelle der zerstörten Gewebe befindliche, als auch das auswendig hervorgedrungene in der Regel nur wenig weich und gequollen, vielmehr von einer Dichtigkeit sich erweist, welche derjenigen des Zellstoffes kaum nachstehen kann. Somit gelangen wir zu dem Schlusse, daß wie beim Harzfluß, so auch bei der Gummikrankheit außer dem Material an Zellmembranen, welches zur Bildung des Secretes dient, auch ein Quantum von Nahrungsstoffen zu diesem Zwecke verbraucht wird, welches unter normalen Verhältnissen eine andere Verwendung gefunden haben würde. In Uebereinstimmung damit steht auch die Thatsache, daß gerade in den an Gummikrankheit leidenden Theilen während der Vegetationsruhe sich auffallend wenig Stärkemehl in den Markstrahlen und den Holzparenchymzellen befindet, wo im normalen Zustande solches reichlich abgelagert wird. Es kommt hinzu, daß die Neubildungen, die sonst alljährlich von der Cambiumschicht ausgehen, hier vermindert oder ganz unterdrückt sind, sowie daß an allen mit Gummiflüssen bedeckten Aesten oder am ganzen Baume, wenn das Leiden über ihn verbreitet ist, eine schwächliche Entwickelung, mangelhafte Belaubung und Fruchtbildung, Ueberhandnehmen von Zweigdürre unverkennbar ist. Der Vergleich mit dem Harzfluß trifft mithin auch darin zu, daß die abnorme Secretion Hand in Hand geht mit einer verminderten Production normaler Bestandtheile der Pflanze. Beide Thatsachen stehen wahrscheinlich im inneren Zusammenhange, d. h. was die Gummibildung an neuem Material verzehrt, geht den leidenden Organen für normale Bildung verloren. Es scheint also die durch Verwundung (sowie durch andere schädliche Einflüsse) hervorgerufene Schwächung der Vegetation eine abnorme Verwendung der plastischen Nährstoffe mit sich zu bringen. Auch in der pathologischen Gewebebildung, welche im

---

[1]) l. c. pag. 31.

Holze der abnormen Stoffmetamorphose vorausgeht, bietet die krankhafte Harzbildung Analogie. Der Unterschied liegt hauptsächlich nur darin, daß Gummisecretion an und für sich schon bei Amygdalaceen pathologisch ist, auch in beschränkterem Grade normal gar nicht vorkommt.

Gegenmaßregeln.

Da der Gummifluß nur das Symptom eines anderweiten Leidens ist, so kann ihm nur durch Verhütung des letzteren vorgebeugt werden, also besonders dadurch, daß der Baum sich in einem für seine Ernährung hinreichenden und für das Leben der Wurzeln zuträglichen Boden befindet, und daß er möglichst vor Verwundung behütet wird. Um den Gummifluß zu heilen müssen die besonders stark leidenden Aeste bis auf das gesunde Holz zurückgeschnitten werden. Auch empfiehlt man das sogenannte Schröpfen (Längseinschnitte durch den Rindenkörper). Prillieux (l. c.) bestätigt den Erfolg dieser letzteren Methode; die kränkelnden Aeste raffen sich darnach zur Bildung neuer kräftiger Triebe auf; es scheint durch die Einschnitte auf die Nahrungsstoffe ein stärkerer Zug geübt und letztere zu normaler Verwendung gebracht, also den Gummiherden entzogen zu werden. Wenn ungeeignete Bodenbeschaffenheiten die Veranlassung zur Schwächung des Baumes gegeben haben, kann Umsetzen in anderen Boden die Gummikrankheit beseitigen.

Gummi an Obstfrüchten.

Gummi wird auch bisweilen an den Früchten gewisser Amygdalaceen, besonders an den Pflaumen abgesondert. Dasselbe entsteht zwischen dem Stein und dem Fruchtfleisch und zwar nach Wigand[1]) ebenfalls unter Desorganisation von Zellgewebe, nämlich der Zellen des Fruchtfleisches, die hier ebenfalls in allen Stadien der Umwandlung angetroffen werden. Das Gummi tritt auch hier an die Oberfläche hervor. Die Ursache sind hier vielleicht auch Verwundungen; doch scheint darüber noch nichts beobachtet worden zu sein.

Gummikrankheit von Elaeagnus canadensis.

Von den Gummikrankheiten anderer Bäume, soweit sie bis jetzt untersucht sind, stimmt, wie ich gezeigt habe[2]), mit derjenigen des Steinobstes in ihrem Wesen völlig überein diejenige von Elaeagnus canadensis. Auch hier quillt, besonders an Wundstellen, wie Aststumpfen 2c., ein durchsichtiges, mehr oder weniger braunes, zähflüssiges Gummi aus dem Stamme hervor. An diesen Stellen zeigt sich, daß in den jüngeren Schichten des Holzkörpers eine Umwandelung von Gefäß- und Holzzellenwänden in Gummi stattgefunden hat, daß ferner ebendaselbst ein in Gummi sich desorganisirendes, in abnormer Menge abgelagertes Holzparenchym aufgetreten ist, welches in Beziehung auf seinen Bau und seine Umwandlung in Gummi mit dem des Kirschbaumes übereinstimmt, und daß endlich auch der Bast der Umwandlung in Gummi unterliegt.

---

[1]) l. c. pag. 142.

[2]) l. c. pag. 33.

Gummifluß der Acacia-Arten.

Der Gummifluß der Acacia-Arten, welcher das arabische Gummi und das Senegalgummi liefert, ist jedenfalls eine pathologische Erscheinung, die sich den vorhergehenden wahrscheinlich innig anschließt. Diese Gummiarten kommen als tropfenförmige Ausscheidungen auf den Stämmen von Acacia vera, senegal und zahlreichen anderen Arten vor. Daß sie kein normales Vorkommniß sind, geht aus den Berichten der Reisenden hervor[1]), nach denen diese Bäume in gewissen Gegenden gar kein Gummi liefern. An 4 Cm. dicken Stammstücken von Acacia vera kann ich keine Spur von Gummi finden. In der Handelswaare kommen nicht selten vollständige Rinde- und Borkestücken vor, welche auf ihrer Innenseite mit dicken Gummimassen besetzt sind, und auch in ihrem Innern in tangentialen Spalten zwischen Borkenschuppen Gummi enthalten, welches man stellenweis deutlich durch die Risse der Borke nach außen dringen sieht. Wigand[2]), welcher solche Stücke untersuchte, hat bereits ermittelt, daß auch hier eine Gewebedesorganisation vorliegt, indem man darin noch das Gewebe der Bastfasern in den verschiedenen Stadien der Umwandlung in Gummi antrifft.

Traganthgummi.

Auch die Entstehung des Traganthgummi, welches als eine gallertartige, an der Luft erhärtende Masse in Form gewundener Fäden oder Bänder aus den etwa zolldicken Stämmen mehrerer orientalischer Astragalus-Arten ausgeschwitzt wird, ist als eine mit den vorigen nahe verwandte pathologische Erscheinung zu betrachten. Nach der Untersuchung H. v. Mohls[3]) entsteht dasselbe durch Umwandlung der Zellen des Markes und der Markstrahlen. Diese Zellen bekommen, wenn sie ihre Umwandlung beginnen, dickere Membranen, welche deutlich geschichtet sind und bei Benetzung mit Wasser gallertartig erweichen. Weiter umgewandelte Zellen schwellen im Wasser noch mehr auf und trennen sich von einander los. Die quellende Membran nimmt dann durch Verschwinden der Schichtung ein homogenes Aussehen an, und dieser Proceß geht von außen nach innen vor sich, so daß die innersten Membranschichten am längsten widerstehen, wenn die äußersten Schichten schon zu einer gleichförmig schleimigen Gummimasse zerflossen sind. In dem ausgeschwitzten Traganth finden sich in der Regel noch Zellen in den verschiedensten Zersetzungsstadien eingeschlossen, die beim Hervorfließen des Gummi mit fortgerissen worden sind. Ueber die Veranlassung dieser Ausscheidung sind wir durchaus ungenügend unterrichtet. Das, was durch die Reisenden bekannt geworden ist, hat H. v. Mohl (l. c.) zusammengestellt. Daraus

[1]) Vergl. Nees v. Esenbeck, Handbuch der medecin.-pharmac. Botanik. III. pag. 192.

[2]) l. c. pag. 143.

[3]) Botanische Zeitung 1857. pag. 33 ff.

scheint hervorzugehen, daß dabei Verwundungen eine große Rolle spielen. Auf dem Ida in Creta und in Griechenland wird Traganth von Astragalus creticus *Lam.* und A. aristatus *l'Hérit.*, auf dem Libanon von A. gummifer *Labill.*, in Persien von A. verus *Oliv.* abgesondert; und zwar sollen sowol auf dem Ida wie in Persien die Verwundungen durch die Tritte des Viehs und der Schäfer Veranlassung zum Austreten des Gummi geben, und in der Gegend von Bitlis sei es Sitte, zu diesem Zwecke Einschnitte in die Pflanze zu machen. Nach den übereinstimmenden Berichten quillt der Traganth in der heißen Jahreszeit, im Juli, August und September, aus der Pflanze. Als begünstigender Umstand wird auch die Feuchtigkeit der Luft genannt. Auf dem Libanon sollen wolkige Nächte und starker Thau zum Austreten des Gummi nöthig sein, weshalb auch die auf tiefer gelegenen Stellen des Libanon wachsenden Sträucher wegen geringerer nächtlicher Feuchtigkeit nur wenig Traganth liefern. Ebenso soll in Griechenland auf allen trockneren Gebirgen kein Traganth gewonnen werden, sondern nur auf denjenigen, wo viele kalte Regen mit großer Hitze abwechseln.

3. Mannafluß.

Mannafluß.

Die officinelle Manna, welche in Calabrien und Sicilien von der Mannaesche (Fraxinus Ornus) gewonnen wird, fließt von selbst aus den Bäumen aus und muß nach dem, was darüber bekannt ist, ebenfalls als ein in Folge von Verwundung erzeugtes pathologisches Product betrachtet werden. Nach den von Meyen[1]) zusammengestellten Angaben sind die Verwundungen, nach denen die Manna abgeschieden wird, theils absichtlich angebrachte Einschnitte, theils Insektenstiche, besonders der Mannacicade. Man läßt die Bäumchen etwa 8 Jahr alt werden und schält dann einen 3 Cm. breiten und 60 bis 70 Cm. langen Rindestreifen ab, worauf ein rasch zu Manna erstarrender Saft ausfließt; man benutzt denselben Baum 10 bis 12 Jahre lang, indem man ihn jedes Jahr anschneidet. Darnach aber ist der Baum erschöpft und wird gefällt. Bei uns zeigt die Mannaesche diese Secretion sehr selten. Außerdem liefert auch die Tamariske des Sinaigebirges (Tamarix gallica var. mannifera) in Folge des Stiches einer Schildlaus Manna. Bei beiden Pflanzen ist über die Entstehungsweise der Manna nichts bekannt. Sie zeigt keinerlei Organisation und besteht vorwiegend aus Mannit neben Zucker und Schleim, könnte also wegen ihrer Verwandtschaft mit den Kohlenhydraten möglicher Weise ein Desorganisationsproduct von Stärkemehl oder Cellulose sein.

Absonderungen von Gummiharzen.

Zu den pathologischen Secretionen dürfen vielleicht auch viele Ab-

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 226 ff.

sonderungen von Gummiharzen gerechnet werden, welche durch Einschnitte in die Pflanzen gewonnen werden. Wenigstens hat Wigand[1]) bei Untersuchung dieser Droguen vielfach Zellgewebstheile gefunden, deren Zellen mit Harz erfüllt und deren Zellmembranen mehr oder weniger in Gummi verwandelt waren; so beim Bdellium, bei der Myrrhe, dem Weihrauch, der Asa foetida, dem Ammoniacum und dem Opopanax. Nur ist zu bedenken, daß diese Secrete meistens auch als normale Bestandtheile der Pflanze, in Intercellularkanälen vorkommen, aus denen sie bei Verwundung ausfließen.

B. Wundenheilung.

Wundenheilung.

Es ist eine im Pflanzenreiche allgemein gültige Thatsache, daß die Wunden der Pflanzen von der Natur selbst geheilt werden oder daß dies wenigstens durch einen natürlichen Proceß versucht wird. Sehr oft wirken äußere Umstände, welche die im folgenden Kapitel zu besprechenden Zersetzungserscheinungen der Wunden herbeiführen, diesem Proceß entgegen oder vereiteln ihn vollständig. Man kann durch geeignete künstliche Maßregeln die Wunden vor diesen widerwärtigen Einflüssen schützen und dadurch dem natürlichen Heilungsproceß einen ungestörten Verlauf ermöglichen. Man versteht unter Heilung der Pflanzenwunden gewöhnlich nur diese künstlichen Maßregeln und Operationen, wiewol dieselben die eigentliche Heilung, die immer in Neubildungen an der Pflanze selbst besteht, nur unterstützen. Diese in der Praxis gebräuchlichen Wundheilmittel sollen am Schlusse dieses Kapitels in einem besonderen Artikel ihren Platz finden. An gegenwärtiger Stelle handelt es sich vielmehr um die natürlichen Heilungsprocesse, die wir hier in ihrem normalen, d. h. nicht von widerwärtigen Umständen gestörten Verlaufe betrachten.

Regeneration und Vernarbung.

Das Wesen der Sache anlangend, ist hervorzuheben, daß die Heilung von zweierlei Art sein kann. Es findet entweder eine wirkliche Regeneration des Defectes, ein Wiederersatz statt oder wenn das nicht der Fall ist, eine bloße Vernarbung, d. h. ein Verschluß der Wunde mit einer je nach Fällen verschiedenen Neubildung, welche die unterliegenden Theile auf die Dauer gegen schädliche äußere Einflüsse schützt und vor Absterben und Zerstörung bewahrt.

Heilung verwundeter Zellen.

Daß eine verwundete Zelle sich wieder heilt, ist ein sehr seltenes Vorkommniß, denn in der Regel ist ein Durchschneiden der Zelle von rasch tödtlichem Einfluß auf das ganze Protoplasma derselben. Davon scheinen nur die großen einzelligen Pflanzen eine Ausnahme zu machen,

[1]) l. c. pag. 145—147.

wie **Vaucheria,** über deren Heilung Hanstein[1]) Beobachtungen mitgetheilt hat. An der langen schlauchförmigen Zelle dieser Pflanze wird nur der an die Wundstelle (Einschnitt, Quetschung u. dergl.) unmittelbar angrenzende Theil des Protoplasma's getödtet; das dahinter liegende unzerstörte Protoplasma zieht sich rasch zusammen und sucht seine Wundränder wieder aneinander zu fügen, was bald schneller bald langsamer gelingt, indem diese sich in einer nach außen gewölbten Krümmung vereinigen, gleichsam hinter dem Schutz der Trümmer des getödteten Theiles. Hierauf wird die Heilung dadurch vollendet, daß sich ein neues Zellhautstück ausscheidet, welches seitlich an die alte Zellmembran angefügt wird. Daher rühren die Scheidewände, die man bisweilen in dem typisch einzelligen Schlauch der Vaucheria antrifft. Neben dieser Stelle kann nun der Schlauch auswachsen und sich verlängern. Die Chlorophyllkörner ziehen sich gleich nach der Verwundung von dort ebenfalls zurück und kehren erst nach der Heilung wieder in die normale Lage an der neuen Zellwand zurück.

Heilung der Wunden vielzelliger Pflanzen.

Bei Wunden vielzelliger Pflanzen sind in der Regel zahlreiche Zellen, nämlich alle der Wundfläche unmittelbar angrenzenden, verletzt. Doch kommt hier viel auf die Natur des Pflanzentheiles und auf die Art der Verwundung an: bei Quetschung, beim Nagen, beim Durchschneiden werden immer viele Zellen lädirt, während beim Abschälen, z. B. der Rinde einer dicotylen Holzpflanze, besonders im Frühling, wo das Cambium leicht sich löst, oft die meisten Zellen unversehrt auseinanderweichen. Die Zellen, welche in diesen Fällen wirklich verletzt werden, sterben wol ausnahmslos ab, ihre zusammengefallenen, unansehnlich gewordenen Ueberreste haften auf der Wundfläche. Es giebt Pflanzentheile, bei denen an der Wunde keine weitere Veränderung als die eben bezeichnete eintritt; man sieht diejenigen Zellen, welche unmittelbar unter den in Folge der Verletzung abgestorbenen Zellen der Wundstelle liegen, unverändert sich am Leben erhalten; sie bedürfen also keines größeren Schutzes, als ihn etwa die stehengebliebenen Gewebetrümmer bieten. Dieses Verhältniß kommt vielleicht nur bei ganz einfach organisirten Pflanzen vor, besonders bei Thallophyten, auch wol an Farnprothallien, Moosblättern 2c. Man hat oft Gelegenheit, an den genannten Theilen Wundstellen zu beobachten, welche das Gesagte bestätigen. Nichts destoweniger kann bei diesen Pflanzen von den lebendig gebliebenen Zellen aus in gewissem Grade ein Wiederersatz des Verlustes eintreten, wie aus den Beobachtungen

[1]) Ueber die Lebenszähigkeit der Vaucheriazelle 2c. Niederrheinische Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde in Bonn, 4. Nov. 1872. Citirt in Bot. Zeitg. 1873. pag. 697.

K. Müllers[1]) an Moosen, besonders an Bryum Billardierii hervorgeht. Die Blätter desselben waren in verschiedenartiger Weise, wahrscheinlich durch ein Thier verletzt worden, und wie sie auch zerrissen sein mochten, immer war wieder eine Ergänzung der Blattfläche eingetreten durch Zellen, welche von den normalen durch etwas größere Weite und meist regelmäßig sechsseitige Gestalt (die normalen sind rautenförmig sechsseitig) sich unterschieden. So bei Verletzungen am Rande oder bei Rissen mitten in der Blattfläche, die sich durch solche Zellen wieder ausfüllten. Bei verloren gegangener Blattspitze entsprangen die neuen Zellen aus der abgebrochenen Rippe und bildeten sich in der normalen Zellenform der Blattfläche fort, so daß aus ihnen zwei Blattflügel hervorgingen, die gegeneinander sich abrundeten, aber nicht sich vereinigten, weil die Rippe nicht mit regenerirt wurde. In diesem Vorgange würden wir entsprechend dem einfachen Zellenbau dieser Organe auch die einfachste Form einer Regeneration erkennen müssen, insofern die Zellen des verwundeten Organes direkt Zellen erzeugen, die ihnen ungefähr gleichartig sind.

Unterschied von Wundkork und Callus.

Bei allen complicirter gebauten Pflanzen besteht die Heilung darin, daß an der Wundstelle ein eigenthümliches Zellgewebe gebildet wird, welches nicht mit den Zellen übereinstimmt, aus deren Vermehrung es hervorgeht. Diese Neubildung hat ihren Sitz in den der Wundstelle zunächst gelegenen lebendig gebliebenen Zellen und kann zweierlei Art sein: sie besteht entweder in der Bildung einer Korkschicht, des sogenannten Wundkorkes, oder in der Bildung von Callus. Der erstere ist eine nahe unter der Wundfläche sich hinziehende Schicht von Korkzellen; unter letzterem dagegen muß man ganz im Allgemeinen jedes Zellgewebe verstehen, welches durch ein wirkliches Hervorwachsen der an die Wundfläche angrenzenden Gewebepartien entsteht und sich nachträglich erst in verschiedene Gewebe differenzirt. Gemeinsam ist beiden Processen, daß in Zellen, die schon in Dauergeweben übergegangen waren, von neuem Zellentheilung eintritt, und also ein Meristem gebildet wird. Während dieses aber bei der Wundkorkbildung unmittelbar in eine Korkschicht sich umwandelt, womit hier die Heilung ihr Ende erreicht, hat der Callus, der übrigens oft auch noch wegen des eigenthümlichen Wachsthumes seiner Zellen morphologisch sich abweichend verhält, zunächst noch keinen bestimmten Gewebecharakter; erst weiterhin tritt in demselben ein solcher hervor, und zwar je nach den Fällen in verschiedener Weise: die Zellen des Callus können sich entweder unmittelbar in ein chemisch dem Kork gleiches Gewebe verwandeln, und darin liegt eine Annäherung an den Wundkork,

---

[1]) Zur Kenntniß der Reorganisation im Pflanzenreiche. Bot. Zeitg. 1856. pag. 200.

eder aber es können aus ihm mehrere differente Gewebe ihren Ursprung nehmen, durch welche diejenigen Gewebe regenerirt werden, die bei der Verwundung verloren gegangen sind.

Ob die Heilung durch Wundkork oder durch Callus erfolgt, und welche weitere Ausbildung der letztere annimmt, das hängt nicht von dem morphologischen Charakter des verwundeten Pflanzentheiles, sondern eher von den histologischen Beschaffenheiten und allgemeinen biologischen Verhältnissen desselben ab. Doch darf das nicht so verstanden werden, als seien nur bestimmte Gewebearten der Bildung eines dieser beiden Zellgewebe fähig, denn sowol Wundkork wie Callus können von sehr verschiedenartigen Geweben erzeugt werden, und ein gleichnamiges Gewebe bildet in dem einen Pflanzentheil Kork in dem anderen Callus. In allen diesen Beziehungen lassen sich keine allgemeinen Regeln geben, sondern muß auf die einzelnen Fälle verwiesen werden.

I. Die Heilung durch Wundkork.

Heilung durch Wundkork.

Kork ist ein im normalen Aufbau der Pflanzen sehr häufig verwendetes Gewebe, welches immer die Rolle eines Hautgewebes spielt, d. h. an der Oberfläche von Pflanzentheilen sich findet (Kartoffelschale, Periderm der Holzpflanzen rc.) und wegen der chemischen und physikalischen Eigenschaften seiner (verkorkten) Zellmembranen die unterliegenden Gewebe vor übermäßiger Verdunstung und vor zersetzenden äußeren Einflüssen schützt. Der Verschluß einer Wundfläche durch eine Schicht von Korkgewebe hat daher für die verwundeten Gewebe den eben bezeichneten Erfolg und somit im vollsten Sinne des Wortes die Bedeutung einer Heilung. Die Bildung von Wundkork ist die gewöhnlichste Heilung der Wunden bei krautartigen und parenchymreichen Pflanzentheilen; also bei fleischigen Wurzeln und Knollen, bei den meisten Kräuterstengeln und Blattstielen, zum Theil wol auch an Blattflächen, wiewol an diesen häufig Callus gebildet wird; endlich heilen Succulenten, wie die Cacteenstengel, die Blätter der Crassulaceen rc. gewöhnlich durch Kork. Der Vorgang besteht darin, daß während eine oberflächliche Schicht von Zellen der Wundfläche, die durch die Verletzung selbst getroffen und getödtet sind, vertrocknen, die diesen zunächst liegenden lebenden Zellen wiederholt durch Scheidewände sich theilen, welche sämmtlich der Wundfläche parallel orientirt sind (Fig. 14). So bildet sich der Wundfläche folgend eine Schicht theilungsfähigen Zellgewebes, ein Meristem, dessen Zellen in der Richtung der Wundfläche ebenso breit wie ihre Mutterzellen, in radialer (zur Wunde rechtwinkeliger Richtung) aber schmal, mehr oder weniger tafelförmig und in dieser Richtung reihenweis geordnet sind. Diese Zellen enthalten Proto-

plasma und haben sehr dünne Membranen. In allen diesen Beziehungen gleicht dieses Meristem jedem normalen Korkmeristem, und in der That



Fig 14.

Heilung der Wunde einer Kartoffelknolle durch Wundkork. v die Wunde, welche tief ins Parenchym eingedrungen ist, an ihren Rändern zerstörte Gewebetheile, stellenweis die alte Schale (Korkschicht) k. Im Gewebe unter der Wunde, in der Richtung von c bis d Entwickelung eines Meristems durch lebhafte Theilung der Parenchymzellen mittelst tangentialer Scheidewände, woraus die Schicht von Wundkork sich bildet. Diese schließt bei c an das Korkmeristem der Schale an. pp das tieferliegende durch den Wundkork geschützte Parenchym, einzelne Zellen mit Stärkekörnern. 60fach vergr.

geht auch aus ihm unmittelbar der Wundkork hervor. Die nach außen gelegenen Zellen dieses Meristems verwandeln sich nämlich in ächte Korkzellen, indem ihre Membranen verkorken, und der Zellinhalt allmälig mit Luft vertauscht wird, womit zugleich die Fähigkeit der Zelltheilung verloren geht. Dagegen behalten die nach innen gelegenen Zellen des Meristems ihre Beschaffenheit und Theilungsfähigkeit bei. Der Wundkork stellt nun eine Schicht von Korkgewebe dar, an dessen Innenseite ein thätiges Meristem sich befindet, welches für die stete Erneuerung des Korkes von Innen her sorgt. Denn wie beim normalen Kork werden auch hier die Zellen, welche

Meristem nach außen abscheidet, in dem gleichen Maße als dies geschieht, in Korkzellen verwandelt. Die Reste der äußersten abgestorbenen Zellen vertrocknen dann immer mehr, werden unkenntlich, und die Wunde ist mit Kork bedeckt, wodurch sie eine graue oder bräunliche, sich trocken anfühlende Beschaffenheit erhält. Die beschriebenen Veränderungen finden auf der ganzen Ausdehnung der Wundfläche statt und beginnen an allen Punkten derselben gleichzeitig, sind auch an allen gleichzeitig beendigt, so daß die vollständige Korkschicht in der möglichst kürzesten Zeit hergestellt ist. Die ersten Zelltheilungen findet man gewöhnlich schon ein oder wenige Tage nach der Verwundung eingetreten. Die Bildung eines lückenlosen Korkverschlusses an jeder beliebigen Wunde wird durch den Umstand ermöglicht, daß die Zellen der verschiedenartigsten Gewebe zu Korkmeristemzellen sich umzuwandeln vermögen. Dem Grundparenchym ist diese Fähigkeit allerdings im höchsten Grade eigen, gleichgültig ob es Rinde oder Mark ist; aber wir sehen auch in den Zellen des Weichbastes, in denen der Cambiumschicht und sogar im Collenchym Korkbildung eintreten, wenn die Wunde zufällig durch diese Gewebe gegangen ist. Auch Zellen der Epidermis können sich, wenn der Wundkork bis dahin reicht, in manchen Fällen an der Korkbildung betheiligen. Wenn die Wundfläche ein Holzbündel trifft, dessen Zellen ja ebenso wie die ächten Bastfasern keiner Metamorphose fähig sind, so greift wol die Korkbildung hinterwärts um das Holzbündel herum. Immer bildet sich also eine ununterbrochen unter der Wunde hinziehende Korkschicht, und das Wichtigste ist, daß dieselbe ringsum an das Hautgewebe des nicht verletzten Theiles sich ansetzt, wodurch der Pflanzentheil wieder vollständig von Hautgewebe — denn als solches fungirt der Wundkork — umschlossen wird. Ist das alte Hautgewebe eine Korkschicht, so setzt sich der Wundkork am Rande an diese an, derart daß das Meristem dieses in dasjenige der Korkschicht sich fortsetzt (Fig. 14. bei c); ist die Haut des Pflanzentheiles eine Epidermis oder eine durch Sclerenchym verstärkte Epidermis, so setzt sich der Wundkork unmittelbar an diese Gewebe an. Es ist begreiflich, wie unter solchen Umständen jede Wundfläche, und sei sie noch so groß, durch Wundkork verheilen kann. Kartoffelknollen, die mitten durchgeschnitten sind, können, wenn sie vor zu raschem Austrocknen geschützt sind, auf ihrer ganzen Schnittfläche wieder eine Korkschale bilden. Jedoch ist immer die Bildung von Wundkork an gewisse Bedingungen geknüpft. Starke Trockenheit kann sie verhindern, nämlich wenn die Wundfläche im Verhältniß zum Volumen des Pflanzentheiles groß ist, weil dann der letztere zu leicht vertrocknet. Andererseits ist auch übermäßige Feuchtigkeit der Wundkorkbildung hinderlich, weil sie tief eingreifende Zersetzungserscheinungen

(s. unten) bedingt, und zwar auch schon an den kleinsten Wunden, weshalb doch im Allgemeinen trockene Luft der Wundheilung durch Kork viel günstiger ist, als größere Feuchtigkeit.

II. Die Heilung durch Callus.

Heilung durch Callus.

Callus bedeutet ursprünglich in der Gärtnersprache den Wulst, mit dem sich die Schnittfläche der Stecklinge überzieht. Der hierbei stattfindende Zellenbildungsproceß stimmt aber im Wesentlichen überein mit demjenigen bei der Heilung von Wunden an vielen anderen Pflanzentheilen, so daß wir alle diese Heilungsprocesse hier zusammenfassen und die Bezeichnung Callus auf sie alle ausdehnen müssen. Das Wesen der Callusbildung besteht allgemein darin, daß die zunächst unter der Wunde gelegenen lebendigen Zellen gegen die Wundfläche hin vorwachsen, indem die nach dieser Seite gekehrten Zellwände sich in dieser Richtung vorwölben und zu Papillen oder kurzen Schläuchen auswachsen, meistens unter Zelltheilungen, doch auch ohne solche. Die etwa an der Wundfläche liegenden Holz-, Sclerenchym-, Korkzellen u. dergl. bleiben unverändert; nur die theilungsfähigen Zellen sind der Callusbildung fähig, und zwar nicht blos die noch im Zustande des Meristems befindlichen, wie die der Vegetationspunkte und des Cambiums, sondern auch die schon in Dauergewebe übergegangenen, wie z. B. die Mark- und Rindezellen erwachsener Stengel und die Mesophyllzellen ausgebildeter Blätter, welche im normalen Zustande sich nicht mehr theilen oder vergrößern, und welche gerade bei dieser Gelegenheit ihre immer noch vorhandene Fähigkeit sich zu theilen oder zu neuen Bildungen heranzuwachsen, beweisen. Bezüglich der Orientirung der zu Callus sich umbildenden Gewebeschicht ist allgemein die Bemerkung zutreffend, daß dieselbe, mit den soeben bezeichneten Ausnahmen, gleichmäßig über die ganze durch die Verwundung freigelegte Fläche sich erstreckt und an den Wundrändern den Anschluß an die unversehrt gebliebenen Hautgewebe erreicht. Es wird daher im günstigsten Falle, d. h. wenn kein der Callusbildung unfähiges Gewebe an der Wundfläche liegt, schon dadurch die Wunde mit einem neuen bildungsfähigen Gewebe abgeschlossen, welches entweder nur zu einem neuen Hautgewebe sich ausbildet, um die unterliegenden Theile zu schützen, oder aber zur Bildungsstätte neuer differenter Gewebe wird, welche den Verlust wieder vollständig ersetzen. Wo aber eine einigermaßen größere Fläche der Wunde aus einem der Callusbildung unfähigen Gewebe, z. B. aus dem nackten Holzkörper besteht, da tritt der unten näher zu besprechende Proceß der Ueberwallung ein.

Verkorkender Callus als Wundendecke.

1. Verkorkender Callus als Wundendecke. Die einfachste Form der Heilung durch Vermittelung von Callus ist diejenige, wo der auf der

Wundfläche gebildete Callus bald zu wachsen aufhört und seine Zellmembranen eine chemische Veränderung erleiden, in Folge deren sie sich wie eine Cuticula oder wie Kork verhalten. Ein solcher Callus stellt sich dann anatomisch wie functionell als ein neugebildetes Hautgewebe dar, welches an den Wundrändern an das ursprüngliche (gewöhnlich Epidermis) sich anschließend, die entblößten inneren Theile wieder vollständig bedeckt und sie dadurch vor den ihnen schädlichen äußeren Agentien schützt. Dieser Heilungsproceß stellt sich besonders an den Wunden der Blätter ein. Je nach dem anatomischen Bau des Blattes und je nach der Art der Wunde mögen hierin wieder mancherlei Modificationen auftreten. Ich habe sie vergleichend untersucht an Blättern von typischem Monokotyledonenbau und an solchen von dem gewöhnlichen Bau der dicotyledonen Landpflanzen. Bei jenen handelte es sich um die **Heilung von Stich-**

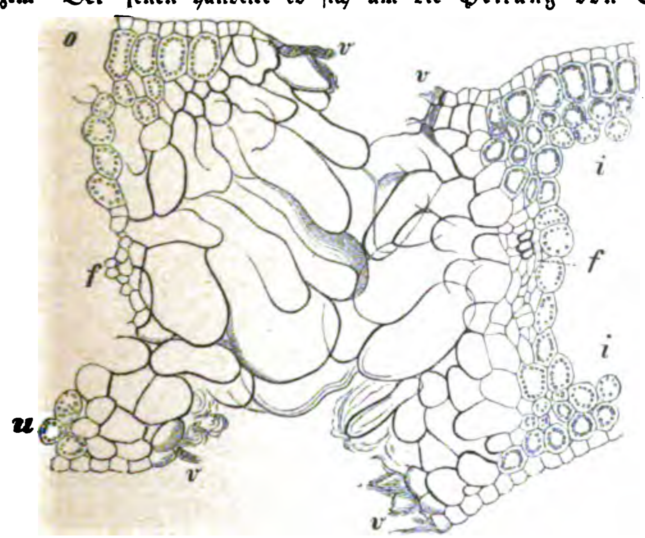


Fig. 15.

Heilung einer Schnittwunde im Blatte von Leucojum vernum durch Callus. Querschnitt des Blattes. vvvv die Wundstellen mit abgestorbenen Gewebeesten. Die Wunde war durch den zwischen den beiden Gewebelamellen ff liegenden Luftraum gegangen. Dieser ganz mit verkorkten chlorophylllosen Calluszellen ausgefüllt. ii der angrenzende unversehrte Luftraum der an seinen Rändern die Zellen unverändert zeigt, die in dem durchschnittenen Mesophyll und Luftraum zu Calluszellen geworden sind. o Ober-, u Unterseite des Blattes, 100fach vergr.

und Schnittwunden an Blättern. An solchen von Leucojum vernum wurden künstlich mit dem Scalpell der Länge nach gerichtete, durchgehende, spaltenförmige Einschnitte, desgleichen auch mittelst einer Nadel Durchstiche

gemacht; in der trockenen Zimmerluft blieben die Pflanzen vor Wundfäulniß bewahrt. Nach mehreren Wochen war Wundheilung eingetreten, bei Stich- wie Schnittwunden mit gleichem Erfolg; den letzteren ersieht man aus Fig. 15, welche einen Querdurchschnitt durch diejenige Stelle darstellt, an welcher ein der Länge nach gehender Schlitz durch das Blatt gemacht worden war. Zum Verständniß berücksichtige man den dem Blatte eigenen Bau, der am rechten Rande der Figur deutlich ist: zwischen dem Mesophyll der oberen und unteren Seite des Blattes befinden sich große Lufträume ii, die seitlich von einander geschieden sind durch eine dünne Gewebelamelle, in deren Mitte ein Fibrovasalstrang f verläuft. Die Wunden gehen daher immer durch die Lufträume hindurch. Man sieht bei v und v die Wunde in der Epidermis und dem Mesophyll mit den an den Wundrändern haftenden Resten der abgestorbenen verletzten Zellen. Der anfänglich hohle Luftraum zwischen f und f ist jetzt ausgefüllt mit Callus, welcher entstanden ist durch schlauchförmiges Auswachsen und ungemeine Vergrößerung nicht blos der unmittelbar hinter den verletzten Stellen des Mesophylls (hinter v) gelegenen Zellen, sondern auch sämmtlicher Zellen, welche die beiden Gewebelamellen an den dem geöffneten Luftraum angrenzenden beiden Seiten bekleiden, und gerade dieser vorwiegend, wiewol diese Lamellen direkt gar nicht verletzt waren, ein Zeichen, wieweit sich die Reaction der Wunde im Gewebe fortpflanzen kann. Von beiden Seiten sind die schlauchförmigen Calluszellen bis zur Berührung gegen einander gewachsen; eine Zellentheilung ist nicht oder vielleicht nur sehr unbedeutend in ihnen eingetreten. Da sämmtliche an den Luftraum angrenzende Zellen zu Callus auswachsen und die Schläuche zum Theil an ihren Enden noch weiter anschwellen, so begreift sich, daß der ganze Luftraum, den die Wunde geöffnet hatte, nun wieder verstopft, nämlich ganz ausgefüllt ist, und die Callusschläuche sich gegen einander pressen und theilweis regellos verschieben; es verwachsen sogar die auf einander treffenden Calluszellen mit einander, wie aus der Figur ersichtlich und besonders daraus hervorgeht, daß die beiden Hälften der durch diese Stelle geführten dünnen Schnitte nicht aus einander fallen. Die zu Callus gewordenen Zellen haben ihren Inhalt verloren, sie führen nur wässerigen Saft oder Luft; auch ihre Membranen haben ein verändertes Aussehen angenommen, welches an Kork erinnert; in der That bleibt bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure, in welcher sich das ganze normale Gewebe bis auf die höchst dünne Cuticula auflöst, der ganze Callus ungelöst. — Von Dicotyledonen untersuchte ich die Heilung der Wundränder der durch Insektenfraß durchlöcherten Blattflächen. An Blättern von Cornus sanguinea, die einige Zeit vorher von Insekten an zahlreichen Stellen durchlöchert worden waren, bemerkte man besonders an der Ober-

seite an allen Löchern am Wundrande ringsum eine Vernarbung durch ein neugebildetes Gewebe, welches durch seine nicht grüne Farbe, höchstens leichte Röthung von der angrenzenden alten grünen Blattmasse ziemlich deutlich sich unterschied, und durch welches die Weite des Loches etwas verkleinert, sehr kleine Löcher fast verschlossen wurden. Hier und bei vielen anderen Pflanzen bildet sich hinter dem Vernarbungsrande ein gerötheter Saum, indem die Zellsäfte der angrenzenden Zellen, Epidermis und Mesophyll sich in der gewöhnlichen Weise durch einen rothen Farbstoff

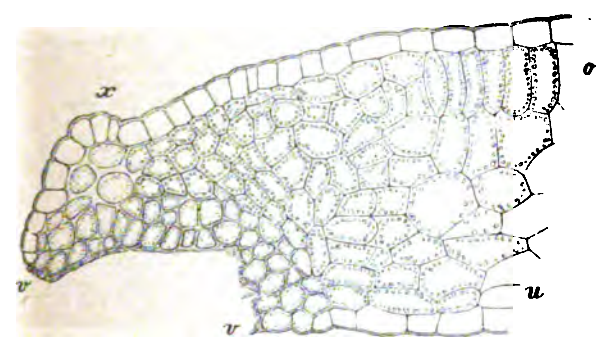


Fig. 16.

Heilung der Wundränder durch Insektenfraß durchlöcherter Blätter von Cornus sanguinea. Querschnitt des Blattes. v v der quer durch das Blatt gehende Wundrand mit Resten todter Zellen. Dahinter der neugebildete Calluswulst, der besonders zwischen x und v unter Betheiligung der Epidermis stark entwickelt und unter Theilung der Mesophyllzellen nach allen Richtungen entstanden ist. Am rechten Rande zeigt das Mesophyll seine normale Gewebeform, o die Ober-, u die Unterseite des Blattes. 200fach vergr.

färben. Fig. 16 zeigt die stattgehabten Veränderungen an einem Blattdurchschnitte bis an den Rand der Wunde, welche hier mitten durch Mesophyll ohne Berührung eines Blattnerven gegangen war. Der rechte Rand der Figur zeigt wieder den unveränderten normalen Bau des Blattes; die Strecke von v bis v ist die Wundfläche, bedeckt mit einigen Ueberresten desorganisirter Zellen. In dem Theile von x an erkennt man den nach der Verwundung gebildeten Calluswulst, und es ist sofort deutlich, daß hier auch die Epidermis sich daran betheiligt hat; das zwischen x und v liegende Stück Epidermis ist neu gebildet, und zwar augenscheinlich dadurch, daß die der Wunde angrenzenden unverletzten Epidermiszellen wie gewöhnlich durch Wände rechtwinklig zur Oberfläche sich getheilt haben. Auch an der Unterseite ist es deutlich, daß die hinter v liegenden Epidermiszellen etwas, wiewol weniger lebhaft, durch radiale Wände getheilt worden sind. In demselben Maaße ist auch das zwischen den beiden

Epidermen liegende Mesophyll an der Callusbildung betheiligt. Es hat also auch hier ein Hervorwachsen der Mesophyllzellen rechtwinklig zur Wundfläche stattgefunden, jedoch zugleich unter lebhafter Zelltheilung in verschiedenen Richtungen, so daß der Callus hier in einer erheblich anderen Form, nämlich als kleinzelliges parenchymatöses Gewebe erscheint. Dasselbe ist wiederum in der ganzen Wundfläche durch etwas dickere Membranen und durch einen verminderten farblosen Zelleninhalt ausgezeichnet. Auch hier zeigte es die Reaction des Korkes. Es fällt auf, wieweit von der Wundfläche aus rückwärts im Mesophyll die Folge der Verwundung in regerer Zelltheilung ihren Ausdruck gefunden hat, wodurch der Unterschied des Pallisadengewebes an der Oberseite von den mehr isodiametrischen und weiten Zellen in der Mitte und an der Unterseite des Blattes (wie er bei o und u hervortritt) ganz verwischt ist. — Ein abermals anderer Typus in der Bildung verkorkenden Callus, noch mehr an eigentlichen Kork erinnernd, wird von Waldenburg[1]) beschrieben, bei dessen Versuchen es sich um Stichwunden in Stengeln krautartiger Pflanzen handelte. Diese Wunden wurden durch Einbohren eines Dorn oder eines Stäbchens oder auch durch Hindurchziehen eines Fadens dem Stengel beigebracht. An Kartoffelstengeln hatten die unter einer dünnen Schicht zerstörten Gewebes zunächst an die Wunde angrenzenden Parenchymzellen sich bedeutend nach der Wundfläche hin verlängert, hatten ihre Membranen stärker verdickt und durch eine größere Anzahl paralleler dünnerer Scheidewände rechtwinkelig zu jener Ausdehnungsrichtung sich getheilt, so daß das Ganze das Bild eines Korkgewebes zeigte. Bei den gleichen Verwundungen anderer Stengel, wie der Gurken und Kürbisse, scheint der Erfolg mehr dem oben an den Blättern von Cornus sanguinea erzielten entsprochen zu haben, indem die gegen die Wundfläche hin wuchernden Calluszellen durch Theilung nach verschiedenen Richtungen hin ein kleinzelliges unregelmäßiges Gewebe bildeten. An ebenso verwundeten Bohnenstengeln blieb Rinde- und Markparenchym unthätig und der Callus bildete sich nun aus dem Cambium. Quetschwunden, welche durch Quetschung mittelst einer Pincette an der Peripherie derselben Pflanzenstengel hervorgebracht wurden, heilten nach Waldenburg unter starker Wucherung von Callus aus den lebendig gebliebenen Parenchymzellen unter den durch den Druck getödteten Zellen, so daß sich eine aus festem Gewebe bestehende Anschwellung am Stengel bildete.

Callus an Stecklingen.

2. Callus an Stecklingen. Die Heilung der Schnittfläche der Stecklinge geschieht, wie oben erwähnt, bei manchen Pflanzen, namentlich

[1]) Krankheiten des Pflanzengewebes in Folge von Reizungen &c. Archiv f. pathol. Anat. XXVIII. pag. 145. Taf. V.

da, wo das parenchymatische Gewebe vorwaltet, durch Abschluß mittelst einer Korkschicht, bei vielen, besonders bei den holzigen, aber durch Callus. Dieser kann, wie zuerst Krüger[1]) gezeigt hat, durch verschiedene Gewebe der Schnittfläche, wie Cambium, Rinde- und Holzparenchym und Mark erzeugt werden. Nach Stoll's[2]) genaueren und ausgedehnteren Untersuchungen an sehr verschiedenen Pflanzenarten sind dieser Fähigkeit nur die eigentlichen Holzzellen, die Bastfasern und die Epidermiszellen untheilhaftig, und überall ist es das Cambium, welches dieses Wachsthum hauptsächlich zeigt und zuerst damit beginnt, und bisweilen geht auch diese Thätigkeit vom Cambium allein aus. Die anderen Gewebearten, welche mit an der Callusbildung betheiligt sein können, also besonders die parenchymatischen Gewebe der Rinde und das Mark, verhalten sich nach Stoll bei den einzelnen Pflanzen ungleich, d. h. die eine oder andere dieser Gewebearten, die bei der einen Pflanze den Callus mit bilden hilft, besitzt bei einer anderen diese Fähigkeit nicht. Die Neubildungen der verschiedenen Gewebepartien vereinigen sich unter der Schnittfläche zu einem zusammenhängenden Wulst, dem Callus. Dieser stimmt in der Zellenform nicht mit den Geweben überein, aus denen er hervorgegangen ist. Denn jedes der zur Callusbildung beitragenden verschiedenen Gewebe zeigt dieselbe Veränderung: Die Querscheidewände der der Schnittfläche zunächst liegenden unversehrten Zellen wölben sich vor, strecken sich weiter in die Länge und theilen sich wiederholt durch Querwände. Auch die Holzparenchymzellen können in dieser Weise an der Bildung des Callus theilnehmen; und selbst die Gefäße vermögen es, indem sich in ihrem Inneren sogenannte Thyllen bilden, die auch sonst häufig nach Verwundung in ihnen vorkommen, und durch ihr Wachsthum aus den angeschnittenen Gefäßen herausquellen. Später treten in den Zellen auch Theilungen in anderen Richtungen ein, wodurch der Callus über die Schnittfläche sich weiter ausdehnt und die einzelnen Callus bildenden Partien sich berühren. Damit ist der Abschluß der Schnittfläche erreicht. Im Callus tritt aber nun eine weitere Differenzirung des Gewebes ein. In den meisten Fällen beschränkt sich dieselbe auf die Herstellung eines korkbildenden Meristems etwa 2 bis 3 Zellschichten unterhalb der Oberfläche, wodurch an der Peripherie ein Verschluß durch Kork hergestellt wird. Außerdem kann sich auch direkt um die angeschnittenen Holz- und Bastbündel eine Lage von Kork innerhalb des Callus erzeugen. Im Callus selbst bilden sich bisweilen auch noch einige Zellen in besonderer Weise aus; so können zerstreute Gruppen von Sclerenchymzellen mit stark verdickten, getüpfelten

---

[1]) Bot. Zeitg. 1860. pag. 369.

[2]) Ueber die Bildung des Callus bei Stecklingen. Bot. Zeitg. 1874 Nr. 46 ff.

Membranen entstehen, oder im angrenzenden Cambium erscheinen einige neue Gefäße, die nach dem Callus hin gerichtet sind. Eine ganz analoge Callusbildung beobachtete Magnus[1]) an Blattstecklingen von Hyacinthus orientalis. In einem Falle, bei Hibiscus reginae, beobachtete Stoll eine später eintretende noch weiter gehende Differenzirung im Callus, in der bereits eine Annäherung an die folgenden Heilungsprocesse liegt: es bildet sich ein Meristem, welches von der Cambiumschicht der Schnittfläche aus unter dem Holz und dem Mark sich hinzieht; dasselbe stellt eine neue Cambiumschicht dar, welche nach Jahresfrist nach oben Holzelemente mit Markstrahlen, nach unten Bastelemente absondert, so daß an der Schnittfläche eine Kappe entsteht, deren einzelne Gewebe mit den gleichnamigen des Steckinges zusammenhängen. Die Nebenwurzeln, die der Steckling treibt, entspringen nie in, sondern dicht über dem Callus.

Regeneration des Vegetationspunktes der Wurzeln.

3. Regeneration des Vegetationspunktes aus Callus. An den Wurzeln der Angiospermen (beobachtet am Mais und an Leguminosen; die Coniferen scheinen dessen nicht fähig zu sein) tritt nach Prantl[2]), wenn die Wurzelspitze abgeschnitten worden ist, eine vollständige Regeneration des Vegetationspunktes ein, durch den die Wurzel wieder weiter zu wachsen fähig wird. Ist der Schnitt sehr nahe hinter der Spitze gemacht worden, dort, wo die bogige Anordnung der Zellen des Vegetationspunktes in die gerade übergeht, so bildet sich zunächst aus allen Zellen der Schnittfläche in der gewöhnlichen Weise ein Callus. Dieser hat die Form einer Kugelschale, weil das Wachsthum der Zellen von der Epidemis nach dem centralen Fibrovasalkörper hin zunimmt. Die Abstammung des Callus aus allen Geweben zeigt sich hier deshalb besonders deutlich, weil die Zellen der Wurzel in Längsreihen geordnet sind und die Zellreihen des Callus die unmittelbare Fortsetzung derselben bilden. In einem zweiten Stadium differenzirt sich in diesem Callus eine neue Epidemis, indem von außen beginnend in jeder Zellreihe eine Zelle in der für die Epidermiszellen charakteristischen Weise sich ausbildet und von nun an durch radiale Wände sich theilt. Die neue Epidermis stammt sonach aus allen einzelnen Geweben des alten Wurzelkörpers. Der außerhalb der neuen Epidermis liegende Theil des Callus fungirt als Wurzelhaube. Die Regeneration des Vegetationspunktes erreicht nun ihre Vollständigkeit dadurch, daß die unter der neuen Epidermis liegenden Zellen durch Theilungen sich vermehren, so daß nun Rinde und Fibrovasalkörper aus ihren gleichnamigen Geweben ebenfalls regenerirt werden. Während dieses Heilungsprocesses geht die Längsstreckung der Wurzel ungestört fort,

[1]) Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 30. Mai 1873.

[2]) Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln, in Sachs' Arbeiten des bot. Inst. Würzburg. Heft IV.

soweit sie auf der Streckung und Theilung derjenigen Zellen beruht, die der wachsenden Region der Wurzelspitze angehören, welche hierbei unverletzt geblieben ist. Wenn aber die Wurzelspitze etwas weiter hinter dem Scheitel quer abgeschnitten wird, so findet diese Längsstreckung nicht statt, indem die Zellen der Rinde hinter dem Schnitt in Dauergewebe übergehen. Damit hängt es auch zusammen, daß in diesem Falle die Regeneration des Vegetationspunktes in einer anderen Weise erfolgt. Es wächst nämlich nur aus dem Procambium des Fibrovasalkörpers ein fortbildungsfähiger Callus hervor, in welchem sich dann in derselben Weise ein neuer Vegetationspunkt constituirt; das übrige Gewebe der Schnittfläche bildet nur unbedeutend Callus. Durch dieselben Processe findet auch bei längsgespaltenen Wurzeln Heilung statt, indem beide Längshälften zu je einer neuen vollständigen Wurzelspitze werden. Wenn endlich der Querschnitt noch weiter hinter dem Scheitel geführt ist, so entsteht nur aus der Rinde ein Callus, der die Wunde überzieht und in Dauergewebe übergeht, und es tritt überhaupt keine Regeneration ein.

Regeneration an verwundeten Vegetationspunkten von Stengeln.

Eine ähnliche Regeneration an verwundeten Vegetationspunkten von Stengeln ist nur von Sachs[1]) beobachtet worden an einem jungen Köpfchen von Helianthus annuus, dessen breite Achse am Scheitel verletzt worden war. In Folge dessen hatte sie dort aufgehört weiter zu wachsen, aber in einer Zone unterhalb dieser Stelle hatte sich gleichsam ein ringförmiger Vegetationspunkt constituirt, indem hier weiter neue Deckblätter und Blüten angelegt wurden, so daß sie also an dem darüber liegenden Scheitel in der Richtung von oben nach unten entstanden, wobei zugleich die gegenseitige Stellung von Deckblatt und Blüte die entgegengesetzte von der des normalen Theiles des Blütenstandes war (die Deckblätter standen oberhalb ihrer zugehörigen Blüten).

Regeneration von Cambium, Rinde, Bast und Holz aus Callus.

4. **Regeneration von Cambium, Rinde, Bast und Holz aus Callus auf der Wundfläche.** Wenn Stengel oder Wurzeln in ihren weiter ausgebildeten Theilen Wunden bekommen, welche bis in das System der Fibrovasalbündel gehen und einen Defect in diesen Gewebecomplexen zur Folge haben, so tritt zunächst auch wieder, von den theilungsfähigen Zellen der Wundfläche ausgehend, eine Bildung von Callus ein; in diesem aber constituirt sich ein neues Cambium, durch welches dann die verloren gegangenen Theile des Fibrovasalbündelsystems regenerirt werden.

An krautartigen Sprossen und Wurzeln.

Vorläufig ist dieser Heilungsproceß nur an Pflanzen von dicotyledonem Bau bekannt und in seinen Einzelnheiten untersucht worden. An gespaltenen Stengeln krautartiger wie holziger Pflanzen ist die Möglichkeit dieser Heilung von Kny[2]) nachgewiesen worden. Derselbe brachte an

[1]) Lehrb. d. Botanik. 4. Aufl. pag. 174. Fig. 126.
[2]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 19. Juni 1877.

jungen Internodien unterhalb der unverletzt bleibenden Stengelspitze einen durchgehenden Längsspalt an. Die Sprosse entwickelten sich meist ungestört weiter; auf den Schnittflächen der beiden Stengelhäften trat lebhafte Theilung der der Wunde zunächst liegenden Zellen des Markes, des Cambiums und der Rinde ein, es entstand ein callusartiges Gewebe, welches gegen die andere Hälfte des Internodiums sich vorwölbte. Nach einiger Zeit wurden in einer mehrere Zellschichten unter der Oberfläche liegenden Zone die Theilungen besonders lebhaft; es constituirte sich hier ein Cambium, welches beiderseits sich dem Cambium der alten Fibrovasalstränge anfügte und von nun ab gleich diesem Holzelemente nach innen und Bastelemente nach außen absonderte. Auf diese Weise schloß sich der durch das Aufschlitzen getheilte Kreis der Fibrovasalbündel in jeder Hälfte zusammen, und wurde so verdoppelt. Die freie Seite der beiden Calluswülste hatte eine Korkschicht gebildet. Magnus[1]) beobachtete dieselbe Regeneration an der Schälwunde einer Möhrenwurzel. Hier war die äußere Rinde in einer gewissen Ausdehnung durch eine Verletzung abgelöst worden, und aus der klaffenden Oeffnung der Wunde waren mehrere starke Wülste herausgewachsen, die vom regenerirten Cambium der Schälwunde gebildet worden waren.

An Schälwunden der Holzpflanzen.

Nicht wesentlich hiervon verschieden ist die Heilung der eigentlichen Schälwunden der Holzpflanzen, insofern sie in einer wirklichen Regeneration der Rinde auf der Wundfläche besteht. Wenn Rinde und Bast ohne besondere Vorsichtsmaßregeln abgeschält werden, wie es also bei derartigen Verwundungen gewöhnlich geschieht, so tritt auf der entblößten Splintfläche selbst keinerlei Regeneration ein, und die Heilung der Wunde geschieht durch die von den Wundrändern ausgehende sogenannte Ueberwallung, von welcher unten näher zu reden ist. Aber schon Duhamel[2]) war es bekannt, daß wenn man eine durch Ringelung des Stammes bloßgelegte Holzfläche vor dem Austrocknen schützt vermittelst eines um dieselbe gelegten Glascylinders, auf derselben an verschiedenen Stellen Neubildungen von Gewebe entstehen, die sich vereinigen und aus denen eine neue Rinde sich bildet. Weitere Beobachtungen hat auch schon Treviranus[3]) mitgetheilt, nach denen der Versuch auch bei anderen Arten von Bedeckung und sogar ohne solche gelingt. Meyen[4]) ließ diese Neubildung allein von den Markstrahlen ausgehen und betrachtete sie irrthümlich als eine anfangs structurlose gallertartige Masse, die aus den Markstrahlzellen ausgeschwitzt werde und sich dann erst zu Zellgewebe organisire; auch

[1]) Sitzungsber. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 28. März 1879.
[2]) Physique des arbres. II. pag. 42.
[3]) Physiologie der Gewächse. II. pag. 222.
[4]) Pflanzenpathologie, pag. 15 ff.

Th. Hartig[1]) hielt die Markstrahlzellen für die einzigen hierbei thätigen Organe. Dagegen hat zuerst Trecul[2]) gezeigt und nach ihm andere, wie C. Koch[3]) Sorauer[4]) und Stoll[5]) bestätigt, daß die Regeneration der Rinde bei Schälwunden von dem gesammten Cambium ausgeht, welches am Holze haften bleibt, und daß deshalb der Versuch nur dann gelingt, wenn das Cambium unversehrt bleibt, jedoch fehlschlägt, wenn dieses Gewebe entweder durch den Einfluß der Atmosphärilien verdirbt oder mechanisch zerstört wird. Letzteres erfolgt nicht blos beim Abkratzen u. dgl., sondern es genügt dazu schon ein Abwischen mit dem Finger oder mit einem Tuche oder eine bloße Berührung. In allen solchen Fällen unterbleibt die Neuberindung. Besonders leicht gelingt der Versuch, wenn zur Frühlingszeit, wo die Rinde im Safte sich befindet, geschält wird, weil dann die Cambiumzellen sich leichter unversehrt trennen. Regenwetter hat nach Stoll einen ungünstigen Einfluß, wahrscheinlich weil durch das Regenwasser die Cambiumzellen getödtet werden. Der Vorgang bei dieser Heilung besteht nach Trecul darin, daß sich aus dem stehengebliebenen Cambium ein Callus entwickelt, indem durch Quertheilung der Cambiumzellen ein parenchymatisches Gewebe entsteht (Fig. 17.). Dieses nimmt zugleich an Dicke nicht unbeträchtlich zu; es wachsen nämlich alle äußeren Zellen desselben in radialer Richtung schlauchartig vor und theilen sich dabei durch tangential stehende Längsscheidewände. Die Anordnung der Zellen des Callus stellt daher ziemlich regelmäßige radiale Zellenreihen vor, welche die Fortsetzungen derjenigen der Elementarorgane des alten Holzes sind. Darin liegt der Grund, daß das aus dem Callus neu sich bildende Holz hinsichtlich der Anordnung der Holzzellen und der Markstrahlen mit dem alten Holze, dem es sich auflagert, correspondirt. Aus Trecul's Darstellung scheint hervorzugehen, daß entweder die innersten, dem alten Holze unmittelbar angrenzenden Zellen des Callus oder eine weiter nach außen liegende Zellenschicht desselben die Beschaffenheit eines Cambiums annimmt, d. h. in der Theilung durch tangentiale Längswände andauernd fortfährt, während die von dieser Schicht aus einwärts liegenden Zellen wenigstens theilweis den Character von Holzzellen, Gefäßzellen und Markstrahlen, die nach auswärts liegenden die Eigenschaften des Bastgewebes annehmen. Zugleich constituirt sich nahe der Oberfläche des Callus ein Korkmeristem, welches die Korkschicht der neuen Rinde erzeugt. Wiewol sämmtliche Cambium-

[1]) Bot. Zeitg. 1863. pag. 286.

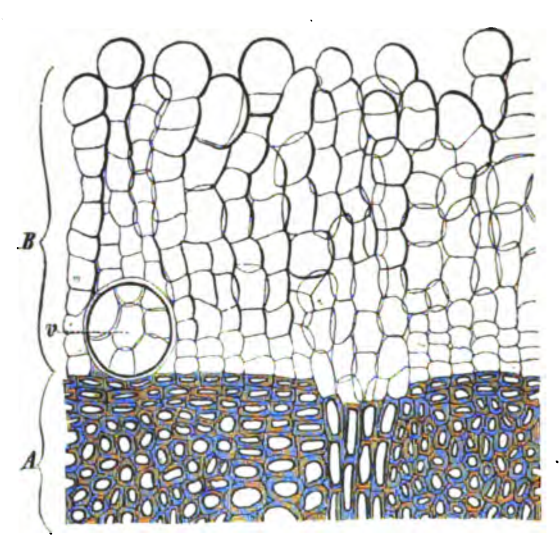
[2]) Reproduction du bois et de l'ecorce. Ann. des. sc. nat. sèr. 3. T. XIX. 1853. pag. 157 ff.

[3]) Wochenschrift für Gärtnerei und Pflanzenkunde 1872. Nr. 31.

[4]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 160.

[5]) Bot. Zeitg. 1874. pag. 796.

zellen der Erzeugung von Callus fähig sind, so zeigen doch Trecul's Untersuchungen, daß in manchen Fällen den an den Enden der Markstrahlen stehenden Zellen hierbei der größte Antheil zukommt, was auch nicht Wundernehmen kann, da die Markstrahlen jedenfalls vorwiegend die zur Bildung des Callus bestimmten Nährstoffe zuführen. Man sieht oft die von den Markstrahlen ausgehenden Zellen des Callus reichlich vermehrt, förmliche Büschel von Schläuchen oder Zellreihen darstellen, die sich nach den Seiten hin weiter ausbreiten; daraus erklärt sich die Meinung älterer Beobachter, daß die Regeneration von den Markstrahlen allein ausgehe. Wenn im Frühjahre die Thätigkeit der Cambiumschicht beginnt, so werden in der Regel zuerst die großen Gefäße des Frühjahrsholzes gebildet, die deshalb weit in die Cambiumschicht vorragen. Wenn daher um diese Zeit Schälwunden gemacht werden, so



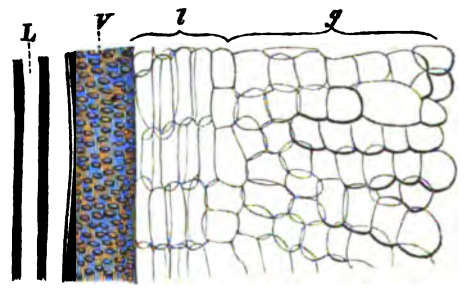


Fig. 17.

Regeneration der Rinde an einer Schälwunde des Holzkörpers von Robinia, im ersten Stadium nach der Verwundung die Bildung von Callus aus dem Cambium zeigend. A Querschnitt durch die jüngste Holzschicht, Holzzellen und einen Markstrahl zeigend. B die in radialen Reihen stehenden neugebildeten Calluszellen, die sowol aus den vor den Holzzellen, wie aus den vor dem Markstrahle stehenden Cambiumzellen hervorgegangen sind. v ein vor der Verwundung gebildetes und stehengebliebenes großes Gefäß. — Darunter der radiale Längsschnitt durch eine solche Stelle. L Holzzellen, V ein Gefäß, l Cambiumzellen durch Quertheilung zu Parenchymzellen geworden, g die aus diesen hervorgegangenen eigentlichen Calluszellen. Nach Trecul.

erfolgen oft in den hinter den jungen großen Gefäßen noch im cambialen Zustande befindlichen Zellen die Zelltheilungen, welche zur Bildung des Callus führen. Die Folge ist, daß jene großen Gefäße vom alten Holze fortgerückt werden und daß man sie, wie Trecul beobachtete, bisweilen im Callus oder sogar auf der Oberfläche desselben und mithin auch der regenerirten Rinde haften findet. Hinsichtlich der feineren Structur des bei der Regeneration auf Schälwunden entstehenden neuen Holzes fehlt es an genaueren Untersuchungen. Die Regeneration der Rinde kommt besonders an solchen Schälwunden vor, welche durch Frevel und ähnliche Beschädigungen veranlaßt worden sind; auch durch Wild geschälte oder von Mäusen angenagte Stellen bedecken sich bisweilen stellenweis mit regenerirter Rinde[1]).

Regeneration von Rinde und Holz auf der Innenseite von Rindelappen.

Als besonderer Fall ist bemerkenswerth die oben angeführte Erscheinung, wo an durch Frevel beschädigten Bäumen die am Stamme hängen bleibenden und an einer Seite mit der gesunden Rinde zusammenhängenden Rindelappen auf ihrer Innenseite Holz und Rinde reproduciren. Duhamel glaubte, daß diese Gewebe hier durch Umwandlung des Bastes entstehen. Trecul[2]) hat aber gezeigt, daß die an der Innenseite der abgelösten Rindestreifen stehen bleibenden Cambiumzellen oder jüngsten Bastzellen durch Quertheilungen ähnliches parenchymatisches Callusgewebe bilden, wie es im vorigen Falle erzeugt wird; im Innern desselben beginnen dann in einer gewissen Schicht die Zellen zu verholzen, zum Theil zu Gefäßzellen sich auszubilden; sowol nach innen wie nach außen schließen sich daran andere verholzende Elemente, und die beiderseits an diese Holzlage angrenzenden theilungsfähigen Zellschichten fungiren darnach augenscheinlich als Cambiumschichten, durch deren Thätigkeit die Holzlage innen und außen wächst. Bei dieser Verwundung hat, wie Trecul zeigte, das neugebildete Holz die abnorme Structur des unten zu besprechenden Wundholzes, d. h. es besteht aus kurzen, parenchymatischen Zellen, und erst die fernerhin sich bildenden Holzelemente nehmen allmälig größere Länge an und spitzen sich zu, wodurch die normale Form des Holzes allmälig wieder erreicht wird. Der Erfolg ist derselbe, gleichgültig ob der abgelöste Rindestreifen mit seinem oberen oder mit seinem unteren Rande an der übrigen Rinde befestigt ist; nur mit dem Unterschiede daß im ersteren Falle die sich bildende Holzlage desselben stärker auszufallen pflegt, als im letzteren Falle, aus den an früherer Stelle über die Stoffwanderung erörterten physiologischen Gründen. Hebt man dagegen einen Rindestreifen, welcher oben und unten mit der übrigen

[1]) Ratzeburg, l. c. II. pag. 207.
[2]) l. c. pag. 257.

Rinde in Verbindung steht, vorsichtig ab, so bleibt nach de Vries[1]) gewöhnlich das Cambium unversehrt am Baststreifen; es entsteht zwischen ihm und dem alten Holze eine dünne Callusschicht, und außerhalb derselben findet man eine neugebildete Holzschicht, auf deren Außenseite man das Cambium erkennt; letzteres ist hier in normaler Thätigkeit geblieben und deshalb hat auch das von ihm gebildete neue Holz einen ganz normalen Bau (ist kein Wundholz). Wenn aber der abgehobene Baststreifen bei diesem Versuche auf der Innenseite mit dem Messer quer verletzt und dadurch die Cambiumschicht an dieser Stelle getödtet wird, so hat dies nach de Vries denselben Erfolg, als wenn der ganze Rindelappen quer durchgetrennt ist, d. h. das über und unter dieser Wunde an der Innenseite des Baststreifens gebildete Holz nimmt den Charakter von Wundholz an. Auf dem in Rede stehenden Vorgange beruhen wahrscheinlich auch die als Folgen des Stehenbleibens abgelöster Rinde eintretende futteralförmige Holzbildung um das alte Holz und die Verdoppelung des Stammes, wovon oben die Rede war; doch hat man sie bis jetzt wol noch nicht näher untersucht.

III. Die Heilung der Holzwunden durch Ueberwallung.

Heilung durch Ueberwallung.

Das Holz selbst ist keiner Regeneration von Gewebe fähig. Deshalb findet überall da, wo der Holzkörper selbst verwundet ist oder wo nach Abschälen und Abnagen der Rinde die Cambiumschicht zerstört ist, auf dem entblößten Holze keine Regeneration von Rinde noch irgend eine andere Neubildung statt. Auf der Wundblöße wird vielmehr das Holz trocken und dunkler, nimmt die Beschaffenheit des todten Holzes an, kann wol auch, wenn es lange unbedeckt bleibt, in Fäulniß übergehen, dafern es nicht, was bei Nadelhölzern oft geschieht, mit von selbst ausgeflossenem Harz überzogen wird. Auch hier geht die zur Heilung führende Reproduction nur von der lebendigen Cambiumschicht aus; diese befindet sich hier rings um den Rand der Wunde, denn jede bis aufs Holz gehende Verletzung durchschneidet nothwendig Rinde, Bast und Cambium. Es wächst nun allmälig von den Wundrändern aus über die Holzblöße hin ein Wulst, welcher nach außen aus Rinde und Bast, innerlich aus Holz besteht und zwischen beiden Geweben eine neue Cambiumschicht besitzt, durch deren Bildungsthätigkeit die Wülste sich immer mehr ausbreiten bis sie endlich die Wundfläche ganz verdeckt haben. Diese Erscheinung, die ausnahmslos bei allen Laub- und Nadelhölzern stattfinden kann, ist unter dem Namen Ueberwallung oder Verwallung bekannt. Um die hierbei stattfindenden Vorgänge bezeichnen zu können, unterscheiden wir die holzentblößenden Wunden ihrer

---

[1]) Ueber Wundholz. Flora 1876. pag. 104.

Richtung nach in 1. Querwunden, wenn die Richtung der Verwundung (die Wundfläche) rechtwinklig steht zur Längsachse des Stammes, des Astes oder der Wurzel, mag es sich nun blos um einen queren Einschnitt oder um eine vollständige Querschnitts- oder Bruchfläche handeln, und in 2. Längswunden, wo die Wundfläche der Stammachse parallel liegt. Die letzteren können wieder sein a) Flachwunden, wenn die Wundfläche tangentiale Richtung hat. Zu diesen würden auch diejenigen Schälwunden gehören, bei denen wegen Zerstörung der Cambiumschicht das Holz sich nicht mit regenerirter Rinde bedeckt. b) Spaltwunden, wenn der Holzkörper radial gesprengt ist. Im Grunde genommen können bei den Flachwunden nur die beiden longitudinalen Wundränder zu den Längswunden gezählt werden, während der obere und der untere Wundrand, je genauer sie quer gerichtet sind, die Bedeutung von Querwunden haben.

Vorgang der Ueberwallung im Allgemeinen.

1. Der Vorgang der Ueberwallung im Allgemeinen. Die erste Veränderung, welche am Wundrande eintritt und die Bildung des Ueberwallungswulstes einleitet, ist an Längs- und Querwunden gleich und nichts anderes als die gewöhnliche Heilung der Wunden parenchymatischer und cambialer Gewebe durch Verschluß mittelst Wundkork und Callus. Am Rande jeder Holzblöße sind Rinde, Bast und Cambium verletzt, und diese schmalen Wundstellen verheilen zuerst. Die am Wundrande liegenden Cambiumzellen und innersten jüngsten Weichbastzellen theilen sich durch Quer- und Längswände und bilden so einen aus isodiametrischen Zellen bestehenden Callus. Im ganzen älteren Bast- und Rindegewebe aber differenzirt sich nahe der Wunde ein korkbildendes Meristem, welches sich einerseits an das normale Korkmeristem unter der Oberfläche des Stammes ansetzt, in radialer Richtung parallel der Rindenwunde hinzieht und bis in den von der Cambiumschicht gebildeten Callus sich erstreckt (Fig. 18, k_1 k). In letzterem differenzirt sich nun ebenfalls nahe der Oberfläche ein korkbildendes Meristem, als unmittelbare Fortsetzung jenes. Die Bast- und Rindewunde ist daher sehr zeitig durch eine Korkschicht verschlossen. Die letztere ist also die direkte Fortsetzung der oberflächlichen normalen Korkschicht des Baumes, des sogenannten Periderms, welches daher hier in einem Bogen sich nach der Holzblöße wendet. An der Außenseite desselben haften die den anfänglichen Wundrand bildenden Gewebepartien der Rinde und des Periderms, welche durch die neue Korkschicht abgeschnitten sind und vertrocknen. Die innersten Zellen des Callus, welche mit den ursprünglichen Cambiumzellen in Berührung stehen, nehmen nun ebenfalls den Charakter eines Meristems, nämlich des Cambiums, an. Die Theilungswände desselben orientiren sich so, daß sie der neugebildeten Korkschicht ungefähr parallel stehen. Es lenkt also auch die Cambiumschicht nach der Wunde hin um (Fig. 18c). Durch

diese Orientirung des Korkmeristems und des Cambiums am Wundrande ist die Möglichkeit gegeben, daß die von nun an aus diesen Meristemen erzeugten Zellgewebsmassen als ein Wulst über die Holzblöße hinwuchern. Derjenige Theil des anfänglich gebildeten Callus, welcher zwischen dessen Korkmeristem und dessen Cambium übrig bleibt, nimmt die Beschaffenheit von Rinde an, die nun durch die anhebende Thätigkeit des Calluscambiums weiter erstarkt.

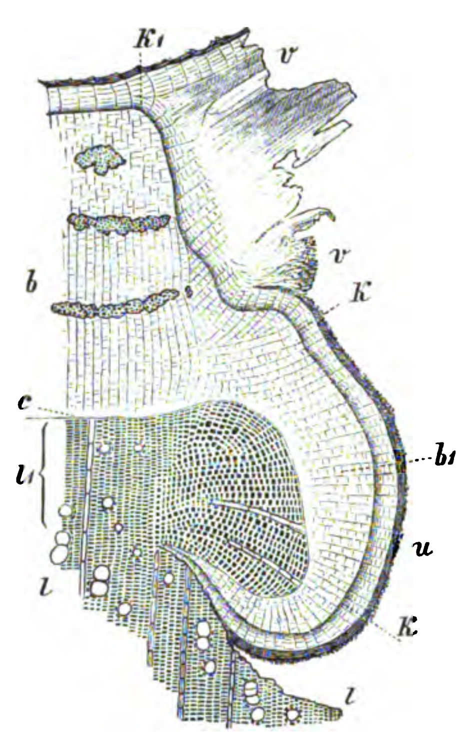


Fig. 18.

Anfang der Ueberwallung einer Flachwunde eines mehrjährigen Astes von Acer campestre. Querschnitt durch den Ast. l l das alte Holz am Wundrande (rechts die Holzblöße). l_1 das nach der Verwundung gebildete Holz. u der während dieser Zeit entstandene Anfang des Ueberwallungswulstes. c die Cambiumschicht, die sich in den Ueberwallungswulst fortsetzt. b Bast. b_1 Bast der Ueberwallung. k k das Korkmeristem der Ueberwallung, dasselbe setzt sich bis an das ursprüngliche des Astes fort, welches es bei k_1 erreicht. v v Wundstelle und abgestorbene Gewebetheile des Bastes außerhalb der neuen Korkschicht. 60fach vergrößert.

Ebenso bildet nun auch das Calluscambium nach innen Holz. Da die Theilungswände dieses Cambiums zur Oberfläche des Ueberwallungswulstes tangential stehen, so liegen auch die hier gebildeten Holzzellen in radialen Reihen, die neue Cambiumschicht überall annähernd rechtwinklig schneidend (vgl. Fig. 18 u). An Querwunden, sowol an den oberen wie an den unteren, stehen diese Zellreihen des Ueberwallungsholzes zur Stammachse radial, in ungefähr gleicher Richtung wie die über oder unter ihnen stehenden des alten Holzes. An Längswundrändern dagegen divergiren sie. Denn hier bilden sich die der Wunde benachbarten in normaler Weise radial zur Stammoberfläche fort, während die nach der Holzblöße plötzlich umgelenkte neue Cambiumschicht die Holzzellreihen in allen den Richtungen ablegt, die zu ihr rechtwinklig stehen, so daß dieselben

hier in ungefähr einem Viertelkreisbogen divergiren (vergl. Fig. 18 u). Die Zusammensetzung jedes zuerst aus dem Callus hervorgehenden Holzgewebes ist aber, wie zuerst von Trecul, später auch von de Vries beobachtet wurde, eine abnorme; dieses Wundholz ist von dem vor der Verwundung vorhandenen normalen Holz scharf abgegrenzt; die später folgenden Holzschichten werden dem normalen Holze um so ähnlicher, je später nach der Verwundung sie entstehen, bis zuletzt wieder normales Holz gebildet wird. Dieser Satz gilt zunächst für alles aus Callus hervorgehende Ueberwallungsholz sowol an Quer-, wie an Längswunden. Da der Callus durch Quertheilungen der Cambiumzellen entsteht und seine Zellen daher isodiametrisch sind, so haben auch die ersten daraus hervorgehenden Holzzellen ungefähr diese Gestalt, sind kurz und parenchymatisch, nicht langgestreckt und zugespitzt, wie die normalen Holzfasern. Außerdem treten aber auch schon anfänglich in diesem Wundholze ähnlich wie im normalen Holze Gefäße in Gruppen stehend auf; es sind das aber nur enge, nicht normal weite Gefäße, und sie bestehen aus ebenfalls kurzen Gefäßzellen. Aber bald folgen Holzzellen, die etwas länger sind und anfangen sich zuzuspitzen, während andere ihre rundliche polyedrische Form behalten und zu den Anfängen der Markstrahlen werden. So folgt auf die faserfreie Periode bald eine durch Holzfasern ausgezeichnete. Die Zahl der letzteren wird dann immer größer, so daß die Gefäßzellen, das Holzparenchym und die Markstrahlen auf das normale Verhältniß zugedrängt werden. Zugleich nehmen nun die Zellen der neuen Cambiumschicht durch wirkliches Längenwachsthum allmälig wieder eine größere Länge an, so daß mithin auch die von ihnen abstammenden Holzzellen in gleichem Maaße länger werden. Nach einiger Zeit ist das Holz des Ueberwallungswulstes wieder normal, und auch die Abgrenzung der Jahresringe, welche hier bogenförmig, der Oberfläche desselben parallel sind, ist deutlich ausgeprägt. So schiebt sich der Ueberwallungswulst in Folge seines jährlichen Wachsthums über die Wundfläche. Er behält seine convexen Ränder, die aber oft wegen des an jedem Punkte unabhängig von der Nachbarschaft stattfindenden Wachsthumes keine regelmäßige Grenzlinie bilden, sondern oft mehr oder weniger wellenförmig oder gekerbt sind. Die Ueberwallungen bieten daher ganz das Bild einer zähflüssigen Masse, welche sich langsam über eine Fläche hin ergossen hat. Wenn die Verwallungswülste ungestört sich fortentwickeln, so überziehen sie endlich die Wundblöße ganz, indem sie an irgend einem Punkte derselben zusammentreffen. Sie vereinigen sich dann wirklich miteinander indem ihre Cambiumschichten sich aneinander schließen, so daß der Stamm von diesem Zeitpunkte an wieder ein completes, ringsum gehendes Cambium besitzt.

Bildung von Wundholz außer an der Ueberwallung.

Außer am Ueberwallungsholze wird aber bei Querwunden, nicht bei Längswunden, auch bis zu einer gewissen Entfernung rückwärts von der Wunde abnormes Holz von derselben Beschaffenheit wie in jenem Falle gebildet, besonders am oberen, schwächer am unteren Rande von Querwunden. Es beruht dies darauf, daß die Quertheilung der Cambiumzellen, die als nächste Folge der Verwundung eintritt, vom Wundrande aus rückwärts sich weiter erstreckt, was an ähnliche Erscheinungen bei der Bildung des Callus bei anderen Pflanzentheilen erinnert (pag. 106). So hat de Vries z. B. am oberen Wundrande einer Ringelwunde von Caragana arborescens bis in eine Entfernung von 2 Centim. über der Wunde, in Spuren sogar noch bis 7 Centim., die Abweichung im Baue des im ersten Jahre nach der Verwundung erzeugten Holzes gefunden. Unmittelbar über dem Wundrande wird kurzzelliges parenchymatisches Wundholz mit eng- und kurzzelligen Gefäßsträngen gebildet, ganz gleich demjenigen, welches aus dem Callus entsteht, und in welches dieses unmittelbar übergeht. Mit zunehmender Entfernung von der Wunde vermindert sich die Quertheilung der Cambiumzellen, so daß endlich nur zwei- und einmal getheilte gefunden werden, und im Einklange damit nimmt die Abnormität des Holzes stufenweis mit der Entfernung von der Wunde ab. Das kurzzellige Wundholz des Wundrandes, dem die Holzfasern und weiten Gefäße fehlen, geht nach oben zunächst in eine Zone über, wo die Zellenlänge größer wird, aber Holzfasern und weite Gefäße noch nicht vorhanden sind; dann folgt eine Zone, wo die Zellen zum Theil sich zuspitzen und in Holzfasern übergehen; noch weiter oben ist durch Häufigerwerden der weiten Gefäße und der Holzfasern der normale Bau erreicht. Auch hier kehrt mit der Zeit die Holzbildung zur Norm zurück, weil in allen Entfernungen von der Querwunde die Cambiumzellen allmälig wieder normale Länge annehmen. Bei Längswunden, die der Achse parallel sind, tritt dagegen in dem unverletzten Theile seitlich der Wunde keine Quertheilung der Cambiumzellen und kein abnormer Bau des Holzes auf. Schiefe Wunden, zu denen auch die Spiralwunden gehören, verhalten sich nach de Vries in dieser Beziehung wie Querwunden: stets erstreckt sich das Wundholz so weit, wie die Projection der Wunde auf demselben Querschnitt, was besonders bei kurzen schiefstehenden Wunden hervortritt, indem hier seitlich derselben kein Wundholz gebildet wird.

Heilung von Rindeeinschnitten.

Wird nur ein einfacher, bis in's Cambium oder in's Holz dringender Einschnitt gemacht, wie es z. B. im Obstbau bei dem sogenannten Schröpfen geschieht, um den Druck, den die Rindeschichten dem Wachsthum des Holzes entgegensetzen, zu mindern, so füllt sich die Wunde nach de Vries bald ganz mit Callus aus, der von der Cambiumschicht ausgeht und dieselben Bildungen erzeugt, wie in den vorigen Fällen. Wund-

holz wird, wenn es ein quergehender oder schiefer Einschnitt ist, in derselben Weise gebildet, aber in geringer Menge, denn sobald die Wunde durch den Callus geschlossen ist, bildet sich über die ganze Strecke nur noch normales Holz. Vertrocknen aber die Schnittränder, so daß das Holz sich nicht mit Callus bedeckt, so wird die Wunde durch Ueberwallungswülste von beiden Seiten geschlossen.

Specielle Formen der Ueberwallung:

2. Specielle Formen der Ueberwallung. Nach den oben festgestellten verschiedenen Arten der Wunden eines holzigen Pflanzentheiles richtet sich die Form der Ueberwallung, und es ergeben sich dabei verschiedene Erscheinungen.

Ueberwallung der Flachwunden.

1. **Flachwunden** werden je nach ihrer Größe früher oder später durch Ueberwallung von den Wundrändern aus überzogen. Eine gegenseitige Verwachsung des Holzes der Wundfläche mit der Ueberwallung findet aber nicht statt, weil die Holzblöße der Cambiumschicht beraubt ist, und keine Lebensthätigkeit zeigt; die Ueberwallung liegt ihr nur mechanisch an, und man findet beim Durchsägen des Stammes zu jeder späteren Zeit die Grenze zwischen beiden scharf markirt. Dies ist zunächst bei den Einschnitten, die in Form von **Zeichen und Inschriften** gemacht werden, der Fall[1]). Letztere werden durch die Ueberwallung eingeschlossen, wobei sich diese oft in die Vertiefungen des Einschnittes einsenkt. Sie werden beim Zersägen solcher Stämme nicht selten unter mehr als hundert Jahresringen wohl erhalten vorgefunden, und die sich ablösende Ueberwallung zeigt dann oft die Figur des Einschnittes in erhabener Form. Auf der Oberfläche der Rinde solcher überwallter Stellen bleibt die Spur des Einschnittes auch noch lange Zeit sichtbar, doch wird sie wegen des zunehmenden Dickewachsthums hier fort und fort in die Breite gezogen und dadurch unkenntlicher; bei glattrindigen Stämmen, wie Buchen, erhält sie sich länger, als bei Bäumen mit starker Borkebildung. Aus demselben Grunde werden auch **fremde Körper**, welche zufällig in das Bereich der Holzlagen gerathen, in den Stämmen durch Ueberwallung eingeschlossen. Als solche hat man gefunden[2]): Früchte (Eicheln, Haselnüsse), Steine (diese besonders oft in das Holz der Wurzeln eingepreßt), Münzen, Hörner, Knochen, Kreuze, Kettenglieder, Theile von Gartenzäunen 2c.

Ueberwallung der Aststumpfe.

Zu den Flachwunden gehören für den Stamm auch seine **Aststumpfe**, weil dieselben vom Stamme aus überwallt werden müssen. Nur so lange, als ein Ast noch am Leben ist, wächst sein Holzkörper in

[1]) Vergl. Göppert, Ueber Inschriften und Zeichen in lebenden Bäumen. Breslau 1869, und Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume. Breslau 1873, pag. 1—3.

[2]) Göppert, Folgen äußerer Verletzungen, pag. 3, und Moquin-Tandon, Pflanzen-Teratologie, pag. 273.

die Dicke. Da seine Cambiumschicht unmittelbar in diejenige des Stammes sich fortsetzt, so bilden auch seine Holzringe die Fortsetzungen derjenigen des Stammes. Sobald aber die Cambiumschicht des Astes abstirbt, so wird dadurch für diejenige des Stammes ringsum die Astbasis eine Unterbrechung bedingt, die einer Verwundung gleichbedeutend ist; es bildet sich eine Ueberwallung, die sich über den Aststumpf zu schieben und ihn endlich einzuschließen sucht, wobei sie die Form einer Ellipse annimmt, indem die Holzfasern der Ueberwallungsschichten schief zur Seite um den Aststumpf ausbiegen. Dabei tritt natürlich kein organischer Zusammenhang zwischen der Ueberwallung und dem todten Aststumpfe ein, auch wenn dieser endlich ganz eingeschlossen werden sollte. Die lange Dauer, die bis zu diesem Zeitpunkte vergeht, ist aber der Grund, daß oft Fäulniß des Aststumpfes eintritt, bevor ihn die Ueberwallung eingeschlossen hat; bei den Coniferen pflegen jedoch die Aststumpfe zu verkienen und dadurch so conservirt zu werden, daß man sie gewöhnlich noch unverändert tief im Holze eingeschlossen findet. Da sie nun aber eben nicht in organischem Verbande mit dem Holze stehen, so fallen sie beim Zersägen oft heraus; sie stellen die sogenannten **todten Aeste** oder **ausfallenden Aeste** dar, die ebenso wie die **Astlöcher**, die sie im Holze zurücklassen, in der Holzindustrie unwillkommen sind. Anders ist der Erfolg, wenn die Basis eines abgestorbenen Astes lebendig bleibt und vom Stamme aus seitlich ernährt wird. Nach R. **Hartig**[3]) ist dies gerade ein sehr häufiger Fall bei abgestorbenen Aesten. Da hier die Cambiumschicht des Stammes sich unmittelbar in diejenige der lebenden Astbasis fortsetzt, so gehen auch die neuen Holzringe, die der Stamm bildet, auf die Astbasis über, und diese verdickt sich ebenfalls. Hier ist also das Einwachsen des Aststumpfes ein ganz anderer Prozeß; es tritt eine organische Verwachsung zwischen dem Stammholz und dem Aststumpf ein, und der Baum schützt gleichsam dadurch sein Inneres vor todten Aesten. Die abgestorbenen Aststumpfe verzögern die Ueberwallung, weil eine um so längere Zeit bis zum Schlusse derselben erforderlich ist, je weiter vom Stamme entfernt ihre Bruchstelle sich befindet. Dagegen erfolgt die Ueberwallung am raschesten, wenn der Ast hart am Stamme abgesägt ist, weil hier nur eine in der Oberfläche des Stammes selbst liegende Schnittfläche zu schließen ist. Bei der Ueberwallung dieser Astschnittflächen dringen nun die Ueberwallungswülste von den seitlichen Rändern her viel rascher als von oben und unten vor, und die Jahresschichten, die sie bilden, sind meist stärker entwickelt als die gewöhnlichen Jahresringe des Baumes. Dieses mag seinen Grund wol darin haben, daß an den beiden seitlichen Rändern der Wunde wegen der

---

[3]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 68, 133. Taf. XIX. Fig. 2.

Entfernung der Rinde der Druck auf das Cambium vermindert ist, während am oberen und unteren Wundrande der Rindendruck fortbesteht, weil hier die Rinde noch als ein ununterbrochenes Band um den Stamm sich herumzieht. Die Anfangs noch dünne Rinde des Ueberwallungswulstes übt ebenfalls einen geringeren Druck als die alte starke Borke und dürfte es erklären, warum die Zuwachssteigerung im Holze der Ueberwallung einige Jahre andauert. Endlich treffen die von allen Seiten vordringenden Ueberwallungen in der Mitte zusammen, wo durch Zusammenpressen der beiderseitigen Rinde äußerlich ein dem Längendurchmesser der Ueberwallung entsprechender Wulst sich bildet, der mit der Zeit ausgeglichen werden kann, und von welchem eine Anzahl radiärer wulstiger Furchen ausgeht.

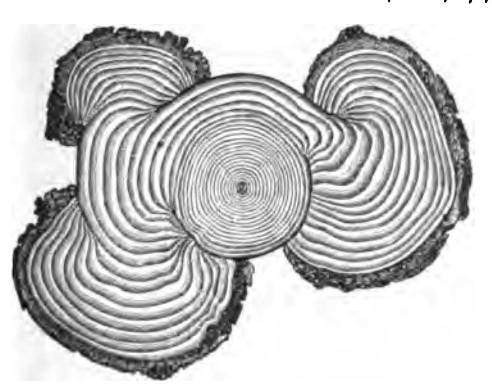


Fig. 19.

Fichtenstamm mit Ueberwallung von Schälwunden, im Querschnitt, verkleinert. Aus der Lage der drei Schälwunden und aus den Jahresringen der Ueberwallungen ist ersichtlich, daß das Wild den Stamm dreimal in mehrjährigen Zwischenräumen, das erste Mal im halben Umfange geschält hatte. Nach Ratzeburg.

Ueberwallung der Schälwunden.

Bei den Schälwunden zeigt die Ueberwallung im allgemeinen dieselbe Form, nur schreitet sie bei diesen großen Wunden gewöhnlich weniger gleichmäßig vor, an einzelnen Punkten stärker; und gewöhnlich zeigen die von oben herabdringenden Wülste, wegen des abwärts steigenden Nahrungssaftes das stärkere Wachsthum. Auch hier verwachsen natürlich die Ueberwallungen mit der einstmaligen Wundfläche nicht; diese bleibt auch nach vollendeter Ueberwallung auf dem Durchschnitte des Stammes kenntlich an einer dunklen Zone.



Fig. 20.

Kieferstamm mit Ueberwallung einer Schälwunde, im Querschnitt, verkleinert. Der im dritten Lebensjahre fast in $^3/_4$ der ganzen Peripherie geschälte Stamm ist trotzdem nach 9 Jahren durch Ueberwallung vollständig geheilt, die jüngste Holzschicht wieder einen zusammenhängenden Jahresring bildend. Nach Ratzeburg.

(vergl. Fig. 19 u. 20). Hier wie bei allen Flachwunden greifen die Ueberwallungen und deren sämmtliche Jahresringe in convexen Linien über die Wundblöße; und auch diese Formen erhalten sich selbstverständlich im Stammholze dauernd (vergl. Fig. 19 u. 20). Erst nachdem die gegeneinander wachsenden convexen Ueberwallungen zusammengetroffen sind und ihre Cambiumschichten sich vereinigt haben, werden bei weiterem Zuwachse wieder vollständige zusammenhängende Jahresringe um den ganzen Stammkörper gelegt, und die Vertiefung zwischen den beiden Wülsten gleicht sich immer mehr aus (Fig. 20).

Von der alten Rinde bedeckte Ueberwallung.

Eine besondere Form der Ueberwallung ist diejenige, welche von der alten Rinde bedeckt stattfindet, also äußerlich nicht sichtbar ist. Sie kann eintreten, wenn die Cambiumschicht an einer gewissen Stelle getödtet ist, ohne daß die darüber liegenden Gewebe zerstört sind. Dies findet statt, wie an früherer Stelle erwähnt wurde, nach Borkenkäferfraß (vergl. Fig. 10) und bei der Gummikrankheit des Kirschbaumes (Fig. 13), wenn diese auf gewisse Strecken die Cambiumschicht zerstört hat. Indessen kann sich, wenn in diesem Falle der Stamm oder Ast am Leben bleibt, die alte Rinde nicht lange erhalten, indem sie von der darunter neugebildeten nach einiger Zeit abgestoßen wird.

Ueberwallung der Spaltwunden.

2. Die **Spaltwunden** des Stammes sind der Heilung durch Ueberwallung weit ungünstiger, weil dieselben in radialer Richtung tief in den Holzkörper eindringen, und eine so tiefe Spalte durch Ueberwallungsmasse nicht ausgefüllt werden kann. Denn die letztere geht von den beiden Rändern der Spaltwunde aus, und im günstigsten Falle kommen nach einiger Zeit die beiden gegenüberstehenden Verwallungswülste in Contact und zur Verwachsung, also so daß immer die Spalte im Holzkörper unter ihnen bleibt. Solche Verwundungen stellen besonders die Frostspalten (s. unten) dar, bei denen der Heilungsproceß noch besonders dadurch erschwert wird, daß dieselben bei Frost immer wieder aufspringen, weil die Spalte wegen der durch niedere Temperatur verursachten Contraction der äußeren Theile des Stammes sich erweitert. Da die Ueberwallungen der beiden Wundränder als nach außen convexe Wülste sich berühren, so legt sich nach Wiederaufspringen die nächste Jahresschicht der Ueberwallung wiederum mit nach außen gerichteter Convexität über die frühere, u. s. f., so daß allmälig, so lange der Verschluß nicht gelingt, leistenartige Hervorragungen, sogenannte **Frostleisten**, sich bilden, die in der Mitte von der Spalte durchzogen sind. Weiteres vergleiche man im Kapitel über Frostwirkungen. Etwas anders ist der Erfolg, wenn die Spaltwunde von großen Dimensionen in der Breite ist, wie nach dem Absprengen größerer Scheite und besonders wenn durch Zersetzungserscheinungen

größere Hohlräume im Stamme ausgefault sind. Die Ueberwallungen, die von den Rändern solcher Wunden entspringen, haben dann genügend Raum, um sich als völlig halbrunde Wülste auszubilden. Da diese nun allseitig berindet sind, so ist die Holzdecke, die sie über den Hohlraum bilden, nachdem sie zu gegenseitiger Verwachsung gekommen sind, auch auf der Innenseite mit Rinde und bildungsfähiger Cambiumschicht bekleidet. Da, wo beide Wülste zuerst aufeinander getroffen sind, bleibt in dem Holze eine kleine radiale Spalte, die mit einigen Resten der dort befindlich gewesenen Rinde beider Wülste erfüllt ist, sichtbar, während am äußeren und inneren Rande die beiderseitigen Cambiumschichten mit einander in organische Vereinigung getreten sind. Wegen ihrer Bekleidung mit thätigem Cambium wächst nun auch die Innenseite der Holzdecke durch jährliche Neubildung von Holz und Rinde in die Dicke; dies kann viele Jahre lang fortdauern und es bilden sich dann traubenförmige Holzwülste, welche von außen in den Hohlraum vordringen und ihn theilweis ausfüllen. Erwähnungswerth ist endlich die Form, in welcher die Ueberwallung an hohlen Bäumen eintritt. Wenn die Höhle eines solchen Stammes in Folge der bis nach außen fortgeschrittenen Zersetzung des Holzkörpers oder in Folge anderweiter äußerer Verwundung sich nach außen geöffnet hat, der Baumstamm der Länge nach sich spaltet oder vom Sturm sogar in mehrere Theile zerrissen wird, so kann jedes Stück, dafern es noch gesundes Holz hat und mit Wurzeln in Verbindung steht, fortleben, und es bildet sich an den Rändern eine Ueberwallung, durch welche nach und nach auch die Innenseite des hohlen Baumes, wenigstens stellenweis sich berindet und die einzelnen Theile gleichsam wie besondere Stämme sich ringsum verdicken. An alten hohlen Linden ist diese Bildung bisweilen zu finden. An solchen Ueberwallungen können sich Adventivknospen oder Adventivwurzeln bilden, letztere besonders durch die Feuchtigkeit des mit Baumerde erfüllten Innern begünstigt. Der Baum treibt in solchem Falle Aeste und Wurzeln in die Höhlung seines eigenen Stammes. Die Bildung derartiger Luftwurzeln ist in hohlen Weiden nicht selten; ferner ist sie beobachtet worden an Linden [1]), Birken [2]), Ebereschen [3]), von mir an einer Roßkastanie.

Ueberwallung der Querwunden

Die bemerkenswerthesten Verschiedenheiten, welche die Ueberwallungen von Querwunden darbieten, zeigen sich an den oberen und unteren querstehenden Rändern der meisten Stammwunden, indem, wie an früherem Orte bereits hervorgehoben wurde, gewöhnlich der obere Rand allein oder stärker als der untere eine Ueberwallung bildet. Am bekann-

[1]) Schacht, Anatomie und Physiologie der Gewächse, II. pag. 81.

[2]) Vergl. die verschiedenen derartigen Bildungen, welche in Norwegen beobachtet worden sind, bei Schübeler, Pflanzenwelt Norwegens, pag. 185.

[3]) Schübeler, l. c. pag. 344.

testen ist dieser Erfolg beim Ringelschnitt. Dasselbe Verhältniß spricht sich auch bei spiraligen Wunden aus, wie sie durch Einschnitte bei physiologischen Versuchen oder an Stämmen, die von Schlingpflanzen umwunden oder von Eichhörnchen oder Hornissen spiralig geschält sind, vorkommen: solche Stämme bekommen einen spiralig verlaufenden Holzwulst, der vom oberen Rande der Wunde ausgeht. In diesem Ueberwallungswulst biegen sich die Holzfasern schief nach abwärts, und es bleibt dann selbst an vieljährigen Wülsten die schiefe Richtung der Holzfaserung erhalten. Wenn zwischen zwei Baumstämmen Bänke angebracht sind, die bis ins Holz derselben eingesetzt sind, so breiten sich die Ueberwallungen auf der oberen Fläche der Bank aus.

Maserbildung.

3. Maserbildung. Jedes Holz dessen Fasern nicht den gewöhnlichen geradlinigen und parallelen, sondern einen unregelmäßig gebogenen oder verschlungenen Verlauf haben, ist in der Holzindustrie unter dem Namen Maser, Wimmer oder Flader bekannt und geschätzt. Wie aus dem Folgenden hervorgeht, ist diese Erscheinung Gegenstand der Pathologie. Die neueren Schriftsteller sind ziemlich einstimmig der Ansicht, daß die Maserbildung an und für sich nichts weiter als die unmittelbare Folge der Anwesenheit zahlreicher Adventivknospen ist. Mit aller Bestimmtheit hat dies zuerst Meyen[1]) ausgesprochen; die gleiche Ansicht vertritt Göppert[2]), und Schacht[3]) sieht wenigstens vorzugsweise in der Bildung vieler Nebenknospen die Veranlassung der maserigen Beschaffenheit des Holzes. Ich finde aber, daß die Adventivknospen allein die Maserbildung nicht erklären, sondern daß der gebogene Verlauf der Holzfasern auch ohne Anwesenheit von Adventivknospen durch eine veränderte Zusammensetzung des Holzes bedingt wird; und bei Schacht[4]) sind wenigstens Angaben zu finden, welche das Auftreten von Maserholz ohne Adventivknospen zu bestätigen scheinen; Derselbe erwähnt, daß an mehrhundertjährigen Tannen und Kastanienbäumen „am glatten Stamme" die letzten Holzbildungen wunderschöne Masern zeigten; ebenso waren bei der von R. Hartig untersuchten Entstehung des Maserholzes, auf die wir sogleich zurückkommen, keine Adventivknospen betheiligt. Richtig ist, daß durch viele Adventivknospen auf einer Holzfläche der Verlauf der Holzfasern beeinflußt wird und daß Maserholz vorzugsweise dort entsteht, wo solche Knospen in Menge sich gebildet haben, was besonders als Folge von Verwundungen

---

1) Pflanzenpathologie, pag. 86 ff.

2) Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume, pag. 11, und Ueber Maserbildung. Breslau 1870.

3) Lehrbuch d. Anatomie u. Physiol. der Gewächse, II. pag. 67. und Der Baum, pag. 219.

4) Lehrbuch d. Anatomie u. Physiol. ꝛc. II. pag. 67.

eintritt. Es wurde oben bemerkt, daß hauptsächlich an Laubbäumen bei der Bildung der Stockausschläge, bei der Zucht von Kopfhölzern, sowie nach Wegnahme größerer Aeste unter der Wunde, ebenso nach dem Pfropfen der Pfropfstelle häufig eine Brut von Adventivknospen sich entwickelt und daß das Gleiche auch an Rindenwunden eintreten kann, besonders nach Ringelung der Aeste oder Stämme am unteren Wundrand. Ferner sind auch große Ueberwallungswülste, welche Ueberfluß an Nahrung haben, nicht selten zur reichlichen Bildung von Adventivknospen geneigt, also besonders diejenigen, welche bei einseitiger Entrindung des Stammes am oberen Wundrande sich entwickeln. Adventivknospen können sich an Aesten, Stämmen und Wurzeln jeden Alters und an jeder Stelle bilden, wo ein lebensthätiges Cambium sich befindet. Sie entstehen in der Cambiumschicht, indem eine Gruppe von Zellen derselben sich lebhafter vermehrt und einen kleinen Zellgewebskörper, die Anlage der Knospe, bildet, der sich nach außen vom Baste abgrenzt, nach innen mit der Cambiumschicht im Zusammenhange bleibt und durch eine Anzahl verholzter Zellen, die er bildet, sich mit dem Splint in Verbindung setzt. Wenn die Knospe auswächst, so durchbricht sie Bast und Rinde, ihre Basis aber bleibt mit dem Splint verwachsen. Solche Adventivknospen haben in der Regel kein langes Leben, und je größer die Zahl ist, in der sie an einer Stelle gebildet werden, desto früher pflegen sie wieder abzusterben; einzelne treiben ein kurzes Zweiglein, welches aber bald zu wachsen aufhört und wieder vertrocknet, die meisten sterben schon als Knospen wieder ab. Die Ueberreste bleiben als kleine holzige Stiftchen stehen. Jeder bildet also eine im Durchschnitte runde oder elliptische Unterbrechung der Cambiumschicht ebenso wie im größeren Maaßstabe jeder Aststumpf. Die Folge ist daher hier ebenfalls die, daß die neuen Holzfasern, welche die Cambiumschicht bildet, dem Hinderniß ausweichen müssen, sich beiderseits in schiefer Richtung um den kleinen Holzkörper der Knospe oder des Zweigleins legen. Wenn nun dicht nebeneinander fortwährend neue Knospen unregelmäßig angeordnet entstehen, wie es in den oben genannten Fällen häufig vorkommt, so wird dadurch allerdings auch der Verlauf der Holzfasern immer unregelmäßiger. Aber dadurch allein kann sich nur eine gröbere Maserung bilden; es kommen Fälle vor, wo die Maserung allein durch dieses Verhältniß veranlaßt wird, und dieses ist dann immer daran zu erkennen, daß in den Maschen der Masern die Holzkörper der Knospen oder Zweige stecken. Auch andere Ueberreste früherer Gewebe, wenn sie sich auf der zu überwallenden Holzfläche befinden, können in derselben Weise der Ueberwallung locale Hindernisse bieten, welchen dieselbe ausweichen und die sie wie Inseln umfassen muß, wodurch maseriger Verlauf der Holzfaserung erzeugt

wird. R. Hartig[1]) hat dies bei Ueberwallungen bemerkt, wo der Holzkörper noch mit alter Rinde bedeckt und durch Markstrahlen und Ueberreste von Bastgewebe mit dieser verbunden war; diesen Ueberresten muß die Ueberwallung ausweichen. Den gleichen Erfolg haben auch die Unebenheiten, welche die splitterigen Wundflächen des Holzes darbieten. Die feinere Maserung aber, welche meistens mit jener durch mechanische Hindernisse erzeugten zugleich, vielfach auch ohne diese und namentlich bei den ausgezeichnetsten Maserbildungen, den Maserkröpfen und den Maserknollen in der schönsten Bildung sich zeigt, finden wir auch bei R. Hartig nicht aufgeklärt. Diese beruht auf einer abnormen Vergrößerung und Formveränderung der Markstrahlen. Während im normalen Holze die sogenannten großen Markstrahlen in der Tangentialfläche betrachtet eine sehr schmal elliptische oder linealische Form haben, indem sie in der Richtung der Faserung des Holzes sehr lang gestreckt sind, werden sie im Maserholz so kurz und so breit, daß viele im Tangentialschnitte (also wenn man die Oberfläche des Splintes betrachtet) ziemlich kreisrund oder oblong erscheinen. Der Durchmesser beträgt dabei das Mehrfache der normalen Breite. Diese Markstrahlcylinder sind die Kerne der Masermaschen. Um sie herum laufen die aus Gefäßen, Holzzellen und gewöhnlichen kleinen Markstrahlen bestehenden Holzstränge, entweder in Form einer Ellipse, indem sie sich über und unter dem Markstrahl wieder vereinigen und eine Strecke weit parallel fortlaufen,

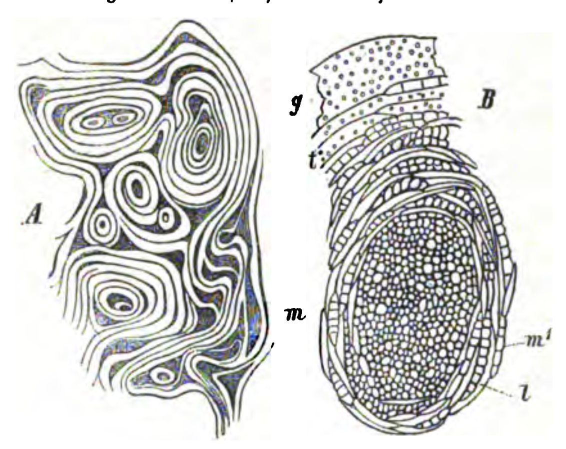


Fig. 21.

Maserholz der Eiche. A. Stück eines Maserkropfes von der Splintfläche gesehen, den Verlauf der Holzstränge zeigend, wenig vergrößert. B. Tangentialer Durchschnitt durch eine Masche des Maserholzes. Im Centrum (bei m) ein großer Markstrahlcylinder aus lauter lebenden, oft stärkeführenden Zellen bestehend. Ringsum ein kreisförmig geschlossener Holzstrang, dessen Zusammensetzung nur am oberen Rande weiter ausgeführt ist: l Holzfasern, m_1 kleine Markstrahlen, t Tracheiden, g Gefäß. 90fach vergrößert.

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 136. Taf. XIX. Fig. 5—8.

oder in einem vollständig geschlossenen Kreise ringsum, eine wirkliche Schlinge bildend (Fig. 21 B). Im letzteren Falle läuft um diesen Holzstrang oft ebenfalls kreisförmig ein etwas breiter Markstrahl, und so können concentrisch mehrere mit parallelen Markstrahlen abwechselnde Holzstränge um einen centralen Markstrahlcylinder geordnet sein. Das sind die sogenannten Augen der Maser. In nächster Nachbarschaft steht wieder ein solches Auge und oft sind mehrere wieder von einem in unregelmäßig geschlungenem Verlaufe in sich geschlossenen Ringe eines Systems von Holzsträngen und Markstrahlgeweben umzogen, oder zwischen ihnen schlängeln sich auf weitere Strecken hin andere Holz- und Markstrahlstränge, die nicht in sich zurücklaufen (Fig. 21 A). Auf diese Weise erhält das Maserholz seine charakteristische Structur. Am deutlichsten tritt dieselbe hervor, wenn das Holz von Rinde und Bast entkleidet ist, auf der dann sichtbaren Oberfläche des Splintes. Da nämlich die Endigungen der Markstrahlmassen nicht bis ganz an die Oberfläche verholzt sind, so trocknen sie etwas mehr zusammen und erscheinen auf der Splintfläche etwas vertieft, so daß die etwas erhabenen Holzstränge in ihrem eigenthümlichen Verlaufe hervortreten, ähnlich wie die Windungen des Gehirnes. Zum vollen Verständniß des Baues des Maserholzes muß aber bemerkt werden, daß die beschriebene Zeichnung sich nur darbietet bei Betrachtung von der Oberfläche oder im tangentialen Längsschnitt. Es setzt sich nämlich an jeder Stelle die vorhandene Anordnung der Holzgewebe auch in den successiven Schichten des Holzes in gleicher Form wenigstens eine Strecke weit fort: wenn man in einiger Entfernung von einem Punkte des Splintes wieder tangential einschneidet, so hat man dasselbe oder ein ähnliches Bild der Maserung, wie es an der Oberfläche zu sehen war. Die eigenthümliche Vertheilung von Markstrahlgewebe und Holzsträngen wird also durch die Cambiumschicht continuirlich fortgebildet, und darum zeigt auch der darüberliegende Bast dieselbe Maserung wie das Holz, weil die großen Markstrahlmassen sich in derselben Zahl, Form und Größe auch in den Bast fortsetzen. Bei der großen Veränderung, die der Bau des Holzes in tangentialer Richtung erlitten hat, ist es um so bemerkenswerther, daß er in radialer Richtung nichts von seinen sonstigen Eigenthümlichkeiten eingebüßt hat. Auf dem Querschnitt z. B. durch Eichenmaserholz unterscheidet man deutlich die Jahresringe, welche in ununterbrochenem Verlaufe und parallel untereinander und mit der Oberfläche des Holzes gelagert sind, auch überall in ihrem Frühjahrsholze durch die weiten nadelstichförmigen Gefäße ausgezeichnet. In den Holzsträngen finden sich außer den Gefäßen auch die übrigen normalen Bestandtheile des Holzes, sogar normale kleine Markstrahlen. Die Holzstränge sind (bei der Eiche) auf dem Querschnitt an der bräunlichen, die Markstrahlenmassen an der weißlichen Farbe zu erkennen und man sieht

auf das deutlichste beide überall in radialer Anordnung; nur sind wegen des tangential in allen möglichen Richtungen schiefen Verlaufes beide Gewebe auch in den verschiedensten Richtungen durchschnitten: hier erscheint der Markstrahl nur als eine feine weiße Linie, dort ist er gerade in der Richtung seiner Längsachse durchschnitten und stellt einen breiten weißen Streifen dar. Dasselbe zeigen die Holzstränge, und die weiten Gefäße sind dem entsprechend in allen Richtungen durchschnitten: hier quer, dort schief, wieder an anderer Stelle ziemlich in ihrer Längsachse, so daß sie wie eine feine Furche auf der Schnittfläche erscheinen. Das Maserholz ist also in seinem anatomischen Baue dem normalen Holze in allen wesentlichen Punkten gleich, nur mit der Ausnahme, daß die Holzstränge, wegen der veränderten Beschaffenheit gewisser Markstrahlen in tangentialer Richtung anders orientirt sind. Oft ist nirgends in solchem Holze eine Spur von Adventivknospen oder alten Zweigen zu finden. Die großen Markstrahlcylinder erweisen sich deutlich als lebendiges, mit den angrenzenden Holzsträngen in organischer Verbindung stehendes Markstrahlgewebe, ihre Zellen sind sämmtlich während des Winters überaus reich mit Stärkemehl erfüllt.

Uebergang von normalem Holz in Maserholz.

Nach dem Vorstehenden kann es keine Grenze zwischen der normalen und der maserigen Beschaffenheit des Holzes geben, weder bei der durch Adventivknospen noch bei der auf die letzterwähnte Art entstandenen Maserung, denn jene ist einfach durch die Zahl der Adventivknospen bedingt und diese durch die Anschwellung gewisser Markstrahlen. In der That kann man auch alle Uebergänge vom normalen Holz zu der auf die letztere Art entstehenden Maserbildung verfolgen. Wo z. B. das Holz in einen Ueberwallungswulst sich fortsetzt, werden die Markstrahlen ganz allmälig kürzer und breiter, und sobald sie sich etwas häufen, kommt nothwendig der Verlauf der Holzstränge in Unordnung. Es ist unverkennbar, daß dies zuerst an solchen Punkten beginnt, wo es der wachsenden Holzschicht in tangentialer Richtung an Raum gebricht und die Holzfasern sich gegenseitig drängen, also besonders da, wo die Ueberwallung eine Falte oder Bucht bildet und somit auch vorzüglich zwischen Adventivknospen. Sobald ein gewisser Grad des schiefen Verlaufes der Holzfasern und der Erweiterung der Markstrahlen erreicht ist, scheint das Verhältniß bei weiterem Zuwachs des Holzes sich noch mehr zu verstärken, schon aus dem Grunde weil mit der Vergrößerung der Oberfläche des Holzes auch die Abweichungen des Verlaufes der Holzstränge sich vergrößern müssen. Dieses Moment tritt also besonders bei den sogleich zu erwähnenden localen Anschwellungen, die aus Maserholz bestehen, hervor. Das ungleiche Wachsthum, welches dieselben gewöhnlich an den einzelnen Punkten zeigen und durch welches sie Vorragungen und Vertiefungen

bilden, und überdies die fortschreitende Neigung Adventivknospen zu erzeugen, vermehren die Bedingungen der Maserbildung stetig.

Maserkröpfe.

Diejenigen Stellen holziger Pflanzentheile, an welchen das Holz maserig geworden ist, haben die Neigung stärker als die übrigen Stellen sich zu verdicken, zu Anschwellungen heranzuwachsen, welche unter dem Namen Maserkröpfe oder Kropfmaser bekannt sind. Schon der Anfang der Maserbildung, so weit er auf eine Ueberwallungswulst am oberen Rande einer Verwundung zurückzuführen ist, stellt sich als eine Anschwellung den übrigen Theilen gegenüber dar. Ebenso wirkt schon die Anwesenheit vieler Knospen in gewissem Grade stauend auf die abwärts wandernden Nährstoffe und giebt zu einer stärkeren Verdickung des Holzes an dieser Stelle Veranlassung. Sobald nun einmal eine solche Bildung zu einer gewissen Selbständigkeit sich hervorgearbeitet hat, wirkt sie wie ein Nahrung anziehendes Organ und muß als eine locale Hypertrophie bezeichnet werden. Der Umstand, daß die geräumigen Markstrahlen des Maserholzes im Winter strotzend mit Stärkemehl erfüllt sind, daß die Jahresschichten desselben eine ansehnliche Breite haben, daß auch die Rinde der Maserkröpfe von ungewöhnlicher Dicke ist, und daß bisweilen eine außerordentlich große Anzahl von Adventivknospen auf diesen Auswüchsen sich entwickelt, das alles steht mit jener Bezeichnung im Einklange. So lange die Maserkröpfe sich vergrößern, bilden sie immerfort wimmeriges Holz und sind mit einer grindartig unregelmäßig zerrissenen, kleinschuppigen Borke bedeckt, die sich aus der oben erwähnten ebenfalls maserartigen Structur des Bastes hinreichend erklärt. Ihr Wachsthum geschieht nach allen Richtungen hin, so daß sie im Allgemeinen ihre beulen- oder kropfförmige Gestalt beibehalten, doch dürfte immer das Wachsthum am unteren Rande das stärkste sein, indem der abwärts gehende Strom der Nährstoffe sich immer noch geltend macht. Mit zunehmendem Alter werden diese Auswüchse immer größer und erreichen nicht selten ungeheuere Dimensionen, so daß ihr Umfang selbst den des Stammes, an welchem sie sitzen, übertreffen kann; und bisweilen umzieht ein Maserkropf mehr als die Hälfte, ja mitunter als eine zusammenhängende Masse den ganzen Umfang des Stammes. Große Maserkröpfe bedeuten für die übrigen Theile eines Baumes eine Entziehung von Nahrung, da diese Auswüchse selbst gewöhnlich nicht belaubt sind und ihr Nahrungsmaterial aus dem Stamme beziehen. In der That zeigen auch Bäume, welche ungewöhnlich große Maserkröpfe ernähren, in den übrigen Theilen eine minder kräftige Vegetation, was jedoch dem Baume nicht geradezu tödtlich ist, denn er kann auch mit einem ungewöhnlich großen Maserkropf sehr alt werden. Es ist jedenfalls ein seltenes Ereigniß, wie Meyen[1]) eines erwähnt, wo

[1]) l. c. pag. 91.

eine 55jährige Esche in Folge einer seit 50 bis 52 Jahren bestandenen Maserbildung abgestorben war, weil diese den ganzen Stamm umzog und eine Unterbrechung der absteigenden Nahrung bedingte, gerade so wie ein Ringelschnitt (s. pag. 56). Bei Kopfhölzern (Weiden und Pappeln) bilden sich die Masergeschwülste um die Stumpfe der alljährlich verschnittenen Lohden und tragen hauptsächlich zur Bildung der kopfförmigen Verdickung des oberen Endes solcher Stämme bei; und an sehr alten Kopfhölzern senkt sich, in Folge ihres Zuwachses am unteren Rande, diese Masse allmälig von oben über den Stamm herab. Die Linde bekommt sehr häufig an der Seite ihres Stammes, besonders in Folge von Schnitt oder Hieb, z. B. wenn Wasserreiser abgeschnitten worden sind, Maserkröpfe, deren Bildung durch die reichliche Entwickelung von Adventivknospen, zu welchen die Linde geneigt ist, befördert wird, weshalb bei diesem Baume die Maserkröpfe oft ganz mit Adventivknospen und Zweigen übersäet sind. Auch Birken, Rüstern, Pappeln, Erlen, Eichen, Ahorne zeigen die Erscheinung nicht selten. Auch an der Basis des Stammes und an den Wurzelanläufen können Maserkröpfe entstehen; sie ruhen dann als eine unförmige Masse auf dem Boden und zum Theil in demselben und sind an einer Seite dem Stamme angewachsen. — Da das Maserholz in der Industrie sehr geschätzt ist, so sucht man es künstlich zu veranlassen, indem man die Stämme verwundet, z. B. an Birken Rindestreifen abschält[1]. Um Bäume von der Maserbildung zu heilen, müssen die Masern glatt am Stamme abgeschnitten werden, damit sich die Wundfläche durch normale Ueberwallung schließt. Auch Schröpfen (Längseinschnitte in die Rinde) des Stammumfanges kann günstig wirken, insofern der Verbrauch von Nährstoffen dadurch auch auf andere Punkte gelenkt und gleichmäßiger über den Stamm verbreitet wird.

Zapfenförmige Erhöhungen.

Den Maserkröpfen schließen sich die zapfenförmigen Erhöhungen an, welche bisweilen auf den Wurzelanläufen sowie an manchen Stellen des Stammes sich zeigen. Sie bestehen aus einem Holzkern von ebenfalls kegelförmiger Gestalt, welcher mit seiner Basis unmittelbar dem Splint aufsitzt, dessen äußere Holzschichten sich auch über diesen fortsetzen und auf diesem einen maserig gewundenen Verlauf zeigen. Nach dem, was ich davon gesehen habe, kann ich die Ansicht Ratzeburg's[2], welcher sie an Rüstern beobachtete, daß sie „aus Aestchen ihren Ursprung nehmen, welche überwallen, entweder nachdem sie abgebrochen waren oder schon während der trägen Entwickelung derselben", bestimmt bestätigen. Sie sind übrigens nicht immer genau kegelförmig, bisweilen auch mehr halb-

---

[1] Meyen, l. c. pag. 93.

[2] Waldverderbniß II. pag. 265.

rund, buckelig oder sonst unregelmäßig, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter Umständen wirkliche Maserkröpfe aus ihnen sich entwickeln. Die viel größeren eigenthümlichen Wurzelauswüchse von Taxodium distichum und einige ähnliche noch großartigere Erscheinungen exotischer Bäume übergehe ich an dieser Stelle, da ich wenigstens die erstgenannten als von Parasiten verursacht betrachten muß.

Maserknollen.

Von den Maserkröpfen sind die sogenannten Maserknollen oder Knollenmasern durch ihre geringe Größe und häufig fast vollkommen kugelrunde Gestalt unterschieden. Sie sind vielleicht bei den meisten Laubhölzern zu finden, nicht selten an Pappeln; bei Kiefern, Fichten und Tannen von Göppert[1]), bei Lärchen an Ueberwallungen von Ratzeburg[2]) gefunden. Am häufigsten trifft man sie in Flintenkugel- bis Taubeneigröße. Sie stecken anfangs im Baste des Stammes; später treten sie mehr hervor theils in Folge ihres Wachsthumes, theils in Folge des Hinausrückens der Borke, von welcher sie mitgenommen werden. Sie sind ringsum von eigener Rinde umgeben, welche ansehnliche Dicke hat und an der Oberfläche eine ziemlich grobrissige, in kleine dicke Schuppen oder Bröckel sich zertheilende Borke bildet oder bei glattrindigen Bäumen, wie Weißbuchen, glatte Oberfläche hat. Die Holzkörper, die sie einschließen, stellen glatte Holzkugeln dar, die man leicht aus ihrer Rinde und aus dem Baste des Stammes herausschält. Diese Kugeln sind massiv und stets ausgeprägt maserig: ihre ganze Oberfläche zeigt schöne Maseraugen mit zierlich zwischen diesen sich durchschlängelnden Linien; dieselbe Zeichnung besitzt die Innenfläche der Rinde der Knollen. Es kommen auch traubig zusammengesetzte Maserknollen vor, die einer dem andern aufsitzen. Wenn man Maserknollen aus dem Baste des Stammes ausbricht, so zeigen sie stets an ihrer hinteren Seite, welche am tiefsten im Baste gesessen hatte, eine frische Bruchstelle: Bast und Rinde der Knolle sind hier unterbrochen, eine Stelle der Holzkugel meist sichtbar. An diesem Punkte steht also die Maserknolle mit dem unterliegenden Gewebe des Stammes in organischer Verbindung und erhält von dort aus die Nahrung aus dem Baste des Stammes zugeführt. Sehr häufig, aber nicht immer hat die Holzkugel an dieser Stelle einen, seltener mehrere kegelförmige, spitze Fortsätze, welche am tiefsten in die Gewebe des Stammes eindringen. Die Holzschichten der Kugel setzen sich auch, und zwar ebenfalls unter maseriger Zeichnung auf diese Zapfen fort. Göppert[3]) läßt die Knollen mit den Holzlagen des Stammes in Verbindung stehen und durch Abbrechen einzelner aus Adventivknospen hervorsprossenden Aestchen und Umlagerung des Cambiums in dieser Form entstehen. Aber wirklich untersucht hat man sie noch nicht, und mir scheinen Göppert's Angaben wenigstens nicht allgemein zuzutreffen. Das jüngste Entwickelungsstadium, welches ich mir an einem Laubholz verschaffen konnte, war eine senfkorngroße Holzkugel, die von einer fast ebenso dicken Rinde umgeben war, welche an der gegen die Oberfläche des Stammes gekehrten Seite bereits äußerlich borkig zu werden anfing. Die Knolle ruhte mit dem hinteren Ende im lebendigen Bast des Stammes, und dieses Ende war noch 5 Mm. von der Cambiumschicht entfernt, zwischen ihm und der letzteren befand sich nur

---

[1]) l. c. pag. 4.

[2]) l. c. II. pag. 74. Taf. 41.

[3]) l. c. pag. 4.

regelmäßiges Bastgewebe, keine Spur einer Verbindung mit der Cambium- oder Splintschicht. Eine Bestätigung dieses Factums giebt Ratzeburg's[1]) ausdrückliche Bemerkung, daß seine Lärchen-Maserknollen mit ihrem kleinen Holzstiel nicht bis ins Holz reichen, und letzteres an diesen Bildungen unbetheiligt sei. Auch an älteren Knollen konnte ich noch constatiren, daß ihr Holzzäpfchen nicht bis in den Splint reicht. Es macht den Eindruck, als wenn dasselbe von der Knolle aus erst allmälig gegen den Splint hinwachse. Vielleicht steht damit auch der Umstand im Zusammenhange, daß manche Knollen mehrere nebeneinander stehende solche Fortsätze haben; so zähle ich an einem 2 Cm. dicken Maserknollen 15 sehr spitze Fortsätze, von denen einige erst in der Nähe ihrer Spitzen wieder in mehrere sich theilen. Bestreiten will nicht, daß solche Maserknollen auch nach der Göppert'schen Vorstellung vom Splint aus ihre Entstehung nehmen können. Wenn nachgewiesen werden könnte, daß sie wirklich der Anlage einer Adventivknospe ihren Ursprung verdanken, so würde dabei wol auch die Frage zu beantworten sein, wie es kommt, daß sie der Cambiumschicht entrückt sein können. Ueber die Ursache ihrer Entstehung wissen wir nichts.

Entstehung der Maserkröpfe.

Bei den eigentlichen Maserkröpfen erfolgt im Gegensatz zu den eben beschriebenen Knollenmasern die Bildung des Maserholzkörpers vom Stammholz aus. Wenigstens gilt das von den bei der Esche sehr häufig vorkommenden Maserkröpfen, deren Entstehung ich verfolgt habe. Die ersten Veranlassungen derselben dürften immer kleine Verwundungen des Periderms sein, die mir einige Male Rißstellen über einer Lenticelle (Korkwarze) zu sein schienen. Die Folge ist dann sehr bald, daß zwischen den vertrockneten Rändern der zerrissenen äußeren Rindeschicht ein kleiner hellbrauner Wulst als eine lebendige Neubildung sich hervorschiebt. Die Form desselben richtet sich ganz nach derjenigen der Wunde: entweder ist er ein gerundetes Knöllchen oder eine längliche Schwiele; nicht selten brechen auch gleich mehrere traubenartig um einander gehäufte Knöllchen aus der Tiefe der Wunde hervor[2]). Wenn dieselben nur erst etwa 1 mm weit über die Wunde hervorgetreten sind, bestehen sie nur aus Rinde und Bast, nicht aus Holz: sie sind eine Hypertrophie der Rinde. Aeußerlich sind sie von einem jungen Periderm umzogen. Sie entspringen in der Bastschicht. Die Zellen der letzteren haben sich hier, nachdem das neue Periderm unter der Wunde constituirt war, unter demselben so stark durch tangential gerichtete Theilungen vermehrt, daß eine von dem neuen Periderm umgebene hervortretende Gewebewulst gebildet worden ist, in welcher die Parenchymzellen in radialen Reihen liegen. Dieses parenchymatische Rinde- und Bastgewebe bildet den Hauptbestandtheil dieser Rindenwülste. Außerdem liegen in ihrem Grunde und in der Nähe im Baste des Stammes harte hornartige Gewebecomplexe: den Bastfasern ähnliche äußerst dickwandige Zellen, aber kurz und fast isodiametrisch, Stein- oder Sclerenchymzellen von ungewöhnlicher Größe mit fast bis zum Verschwinden des Lumens verdickten Membranen mit Tüpfelkanälen. Die nächste Veränderung ist die, daß nun auch der Holzkörper genau an derselben Stelle mit in die Hypertrophie hineingezogen wird, indem

---

[1]) l. c. II. pag. 74.

[2]) Vielleicht sind diese Bildungen identisch mit den von Ratzeburg Rindenrosen genannten Wundstellen an Eschen, von denen er eine Abbildung (l. c. II. pag. 275) giebt, ohne jedoch sonst etwas genaueres über sie mitzutheilen.

ganz dieselbe Vermehrung der Zellen auch in der Cambiumschicht Platz greift. Der Holzkörper springt unterhalb des Rindenwulstes bogenförmig vor, und dringt immer mehr und mehr in denselben ein, was, wenigstens in den Anfangsstadien, nur einfach darauf beruht, daß die Zahl der abgelagerten Holzzellen an dieser Stelle vermehrt ist. Von Adventivknospen ist also hier bestimmt nichts zu finden. Da bis jetzt die Entstehung der Maserknollen und Maserkröpfe anatomisch und entwickelungsgeschichtlich, soviel ich weiß, noch in keinem Falle untersucht worden ist, so mögen die vorstehenden Bemerkungen die ersten Anfänge dazu bieten. Sie zeigen schon, daß die bisherigen Vorstellungen nicht allgemein zutreffend waren. Aber es wäre auch ungerechtfertigt, aus diesen Ergebnissen allgemeinere Schlüsse auf alle Maserbildungen zu ziehen; dieselben müssen an einer größeren Anzahl von Pflanzen untersucht werden.

Verwachsungen von Stämmen, Zweigen und Wurzeln mit einander.

4. Verwachsungen von Stämmen, Zweigen und Wurzeln mit einander. Als eine Heilung von Wunden ist auch die organische Verwachsung zwischen zwei Stämmen, Zweigen oder Wurzeln einer oder verschiedener Pflanzen zu betrachten, weil ihr stets eine Verwundung vorausgeht. Ebenso wie leblose fremde Körper in den Bereich des Dickewachsthums eines Stammes kommen, und dann von diesem umwallt werden können, wovon oben die Rede war, gehen auch Baumstämme oder Zweige oder Wurzeln, die durch ihre Nähe zusammengerathen, mehr oder weniger feste Verwachsung mit einander ein. Sie findet bald der Länge nach statt, wenn die betreffenden Theile parallel stehen, bald in schiefer Richtung, ja selbst rechtwinkelig, wenn die beiden Theile sich kreuzen. So lange die Organe von ihrer Rinde bedeckt sind, kann keine Verwachsung stattfinden. Daher drücken sie sich unter solchen Umständen wol in einander ein, und verursachen die Täuschung, als seien sie verwachsen, während sie in Wahrheit nur schwach an einander haften, und mit leichter Mühe zu trennen sind. Wenn die Theile sich berühren und einen Druck auf einander üben, so wird durch die gegenseitige Reibung die Rinde immer mehr vermindert, bis endlich die beiderseitigen Cambiumschichten zur Vereinigung kommen, und erst dann kann Verwachsung eintreten. An den Rändern der Contactstelle tritt gewöhnlich die Rinde stärker hervor, sie bildet zwei durch eine mehr oder weniger tiefe Furche getrennte erhabene Leisten, gleichsam wie durch den Druck gequetscht und herausgedrückt, was aber wol weniger eine mechanische Quetschung, als eine stärkere Ernährung in Folge der Stauung des Nahrungssaftes sein möchte. Da die Berührung in der Regel nicht an allen Stellen gleichmäßig erfolgt, so bleiben an der Contactfläche auch noch Rindetheile vertrocknet stehen. Ebenso kann die Cambiumschicht an solchen Stellen, wo die beiderseitigen Holzkörper einander gerade gegenüberstehen, wegen Raummangel sich nicht weiter entwickeln, und stirbt daselbst ab. Daher ist auf Querschnitten die Grenze zwischen den beiden Holzkörpern gewöhnlich auch später an einigen Resten alten Gewebes noch

zu erkennen. Eine fortbildungsfähige Verwachsung findet aber da statt, wo an den Rändern der Contactfläche die beiderseitigen Cambiumschichten auf einander treffen. Hier vereinigen sie sich zu einer Schicht, welche nun die beiden Holzkörper zusammen umgiebt. Von nun an legt sich jährlich ein gemeinsamer Holzring um beide. Zunächst ist derselbe nicht kreisförmig, denn wegen des Winkels, den beide Stämme an der Seite ihrer Contactfläche bilden, beschreibt er daselbst eine Einbuchtung, die aber von Jahr zu Jahr sich mehr ausgleicht. Nach langer Zeit ist aus beiden ein Stamm mit kreisförmigen einfachen äußeren Jahresringen geworden; auf dem Durchschnitte zeigt er seinen Ursprung aus zweien an den beiden eingeschachtelten Holzkörpern mit je besonderen Markcentren und Jahresringen. Es ist hiernach leicht erklärlich, warum Stämme mit starker Borkebildung weniger leicht verwachsen als glattrindige. Sehr bemerkenswerth aber ist der Einfluß der natürlichen Verwandtschaft. Nach Göppert's[1]) bestimmter Behauptung, gegenüber den mancherlei gegentheiligen Angaben[2]), die er als Täuschungen bezeichnet, findet zwischen Stämmen verschiedener Pflanzenfamilien keine Verwachsung statt und ebenso wenig zwischen Stämmen zweier verschiedener Arten, mit alleiniger Ausnahme der Fichte und Tanne. Gelegenheit zu Verwachsungen von Stämmen und Aesten ist besonders in dichten Hecken und Lauben gegeben; ferner verwachsen junge Baumstämme, welche dicht beisammen stehen, im Laufe der Zeit nicht selten miteinander; zwischen Baumwurzeln im Boden finden die häufigsten Verwachsungen und zwar in allen möglichen Richtungen statt.

Eine reiche Zusammenstellung von Angaben über Verwachsungen lebender Pflanzentheile findet man bei Moquin-Tandon[3]). Es sei davon hier nur folgendes hervorgehoben. Auch krautartige Theile sind unter sich verwachsen gefunden worden, so z. B. zwei Möhrenwurzeln, oder die Wurzel einer Möhre und einer Runkelrübe; eine Wurzel von Silybum marianum, von einem dünnen Grashalme durchsetzt, bestand aus einer Haupt- und einer Nebenwurzel, welche, nachdem sie den Halm zwischen sich gefaßt mit einander verwachsen waren; zwei Ranunkelstengel mit einander verwachsen und zwischen ihnen ein Schaft der Maasliebe hervorsprossend. In diesen und einigen anderen dort angeführten, ihrer Glaubwürdigkeit nach zweifelhafteren Fällen ist nichts darüber mitgetheilt, welcher Art die Verwachsuug war und ob dabei eine wirklich organische Vereinigung der beiderseitigen Organe stattgefunden hatte oder ob die Erscheinung mehr derjenigen an die Seite zu stellen ist, die bei fleischigen Hymenomyceten allgemein bekannt ist, welche fremde Körper, wie Kiefernadeln, Grashalme, Zweigstücke 2c. umwachsen und einhüllen. Ebenso möchte, wenn Samen in Baumhöhlen keimen und dann Stengel einer fremden Pflanze aus dem Baume hervorwachsen und sich immer mehr mit ihm verbinden, gewöhn-

[1]) Ueber innere Vorgänge bei dem Veredeln. Kassel 1874, pag. 15.
[2]) Vergl. auch Moquin-Tandon, Pflanzen-Teratologie, pag. 277.
[3]) l. c. pag. 268—279.

lich wol an keine organische Vereinigung zu denken sein. Die bemerkenswerthesten Fälle des Verwachsens holziger Pflanzentheile sind folgende. Mehrfache Bäume entstehen entweder aus einer Verwachsung mehrerer besonderer nahe beisammen stehender Stämme. So eine Eiche in den Ardennen („l'Arbre des quatre fils d'Aymon"), deren 7 Meter 33 Ctm. im Umfang messender Stamm aus 4 dicken Stämmen zusammengesetzt ist, die durch Annäherung etwa 3 Meter lang zusammengewachsen sind. Oder aus der Verwachsung eines alten Stammes mit mehreren Schößlingen, wie man einen Kastanienbaum auf dem Aetna („Castagno di cento cavalli") erklärt, dessen Stammumfang 58 Meter beträgt. Zwei Stämme können auch mittelst eines quergehenden Astes des einen Stammes mit einander verwachsen. Bei den um Baumstämme geschlungenen Lianen können die Verzweigungen unter sich, wo sie sich begegnen, so vielfach verwachsen, daß sie ein netzförmig durchbrochenes Gehäuse um den Stamm bilden. Auch Baumwurzeln hat man unter einander zu einem großen Netz verwachsen gefunden.

Verwachsungen beim Veredeln.

Ein hieran sich schließender Heilungsprozeß ist die **Verwachsung zwischen dem Auge oder dem Pfropfreis und dem Wildling beim Veredeln.** Auch diese Verwachsungen beruhen allgemein darauf, daß die Cambiumschichten der beiden Theile mit einander in Berührung gebracht werden und sich darnach in organische Continuität setzen, was zur nothwendigen Folge hat, daß auch die dann sich bildenden Holz- und Bastschichten beider Theile im Zusammenhange stehen, somit der Impfling wie ein Zweig des Wildlinges sich verhält. Alle Veredelungsarten, die wir mit Erfolg anwenden, das Oculiren, das Pfropfen in die Rinde, das Pfropfen in den Spalt und die Kopulation, kommen darin überein, daß Cambium mit Cambium, Splint mit Splint und Bast mit Bast zusammentreffen. Die hierbei stattfindenden Vorgänge sind von Göppert[1]) und noch eingehender von Sorauer[2]) untersucht worden. Beim **Oculiren und Pfropfen in die Rinde** findet ein Abheben der Rinde des Wildlings statt; auf dem entblößten Holzkörper desselben wird derselbe Vorgang eingeleitet, wie bei der Neuberindung von Schälwunden, vorausgesetzt, daß bei der Operation nicht die Cambiumschicht zerstört worden ist. Es entwickelt sich aus dieser ein parenchymatisches Gewebe. Dasselbe geschieht auch in den Winkeln der abgehobenen Rindelappen und auf der Innenseite dieser. Dieses Gewebe verholzt und besteht dann aus dickwandigen, getüpfelten, unregelmäßig polyedrischen Zellen, etwa von der Größe der Markstrahlenzellen und gleich diesen mit Stärkemehl versehen. Dieses **intermediäre Gewebe** Göppert's, oder **Kittgewebe** Sorauer's füllt die Zwischenräume zwischen den abgehobenen Rindenlappen und zwischen dem Holze des Wildlings und des Edelreises aus und stellt die

[1]) l. c. pag. 2 ff., sowie bereits in der Schrift Ueber das Ueberwallen der Tannenstöcke. Bonn 1841. pag. 21.

[2]) Bot. Zeitg. 1875. pag. 202.

dauernde Verbindungsschicht zwischen beiden dar. Das Cambium des Edelreises bildet an den Rändern seiner Schnittfläche normale Ueberwallungen, und Rinde, Cambium und Holz der Ueberwallung setzen sich nun mit den gleichnamigen Geweben des Rindelappens in Verbindung. Denn der letztere enthält eine thätig gebliebene cambiale Schicht als Fortsetzung des Cambiumringes von dem unverletzten Theile des Wildlings; dieselbe erzeugt nach der Bildung des intermediären Gewebes wieder normal gebautes Holz. Auf diese Weise wird wieder ein geschlossener Cambiumring um den ganzen Stamm sammt Edelreis hergestellt. Ueber der Veredelungsstelle schneidet man den Wildling ab. Diese Schnittfläche verheilt durch Ueberwallung, die sowol vom Wildling wie vom erstarkenden Edelreis ausgeht. Bei der Kopulation erfolgt die Heilung der sich genau deckenden beiderseitigen Wundflächen durch Ueberwallungen, die mit einander verschmelzen. Das Gleiche gilt vom Pfropfen in den Spalt. In diesen beiden Fällen drängt sich die Ueberwallung, anfänglich in Form von intermediärem Gewebe in den Spalt der Wundflächen ein, ohne jedoch mit diesen zu verwachsen; dasselbe vertrocknet später und ist noch in den ältesten Stämmen in Gestalt einer schwarzen Linie wahrzunehmen. An der Vereinigungsstelle von Edelreis und Wildling erleiden die Cambiumschichten bei allen Veredelungsarten eine leichte Biegung, die sich den nächstfolgenden Holzlagen mittheilt und sich durch den ganzen Stamm fortsetzt. In älteren Stämmen erscheinen auch Pfropfreis und Wildling durch eine verschiedene Färbung geschieden. Dieser inneren Demarkationslinie entspricht auch eine äußere, welche genau in der Richtung jener auf der Außenseite der vereinigten Stämme sich befindet und durch abweichende Rindebildung, sowie auch wol durch verschiedene Stärke der beiden Stämme sich kenntlich macht; denn die letzteren behalten mit ihren übrigen Eigenthümlichkeiten auch die ihnen eigene verschiedene Wachsthumsintensität bei. Zum Gelingen der Veredelung ist nach Vorstehendem erforderlich, daß das cambiale Gewebe der beiden Theile nicht zerstört wird; es muß also jede Berührung der zum Verwachsen bestimmten Schnittflächen vermieden werden. Ebenso ergiebt sich der Nutzen möglichst kleiner Schnitte und der Wahl wenig umfangreicher Zweige oder Stämme.

C. Zersetzungserscheinungen als Folgen von Verwundungen.

Zersetzungserscheinungen als Folgen von Verwundungen.

Wenn die Wunden der Pflanzen nicht durch den natürlichen Heilungsproceß alsbald verschlossen werden, stirbt das Gewebe von der Wundfläche aus unter verschiedenartigen Zersetzungserscheinungen ab. Die oberflächliche Zellschicht der Wundfläche ist meistens durch die Verwundung selbst getödtet; aber auch die ihnen zunächst angrenzenden nicht verletzten Zellen

sterben sehr häufig bald nach der Verwundung ab, und das kann auf immer weitere Zellen sich erstrecken, sobald die Wunde nicht durch Kork oder Callus zugeheilt ist. Die Ursachen dieses Absterbens liegen einestheils in den Einwirkungen der atmosphärischen Luft und Feuchtigkeit auf die Zellen innerer Gewebe, welche wegen des Mangels einer Hautschicht dagegen nicht geschützt sind; anderntheils scheint aber für innere Zellen auch schon die Nachbarschaft abgestorbener Zellen von derselben Bedeutung zu sein, wie die Trennung aus dem natürlichen Verbande mit denselben: sie wird für sie tödtlich; die Fortdauer der Wechselwirkungen dieser Zellen mit ihren Nachbarn scheint für dieselben eine Lebensbedingung zu sein. Der Beginn des Absterbens der äußeren Zellen der Wunde erklärt also schon das Fortschreiten desselben im Gewebe nach allen Richtungen. Es kommt aber häufig noch ein zweiter Proceß hinzu: die Zesetzungserscheinungen, welchen die Bestandtheile der abgestorbenen Zellen bei einem gewissen Wärmegrade verfallen unter der Einwirkung des atmosphärischeu Sauerstoffes und nicht selten auch saprophyter Pilze, die sich an solchen in Fäulniß übergehenden Wunden ansiedeln. Als allgemeinste Bezeichnung für diese Zersetzungserscheinungen möchte sich der Ausdruck **Wundfäule** empfehlen. Uebrigens bieten offene Wunden bisweilen, besonders bei den Holzpflanzen, gewissen parasitischen Pilzen geeignete Angriffspunkte. Diese dürfen mit den Saprophyten nicht verwechselt werden, denn sie greifen die lebenden Theile der Pflanze an und erzeugen eigenthümliche Krankheiten, von denen an dieser Stelle nicht zu reden ist. Die Veränderungen, welche das getödtete Gewebe durch Fäulnißerscheinungen erleidet, befördern das Weitergreifen des Absterbens des angrenzenden lebendigen Gewebes bedeutend. Die Schuld daran haben jedenfalls nicht unmittelbar jene Fäulniß bewohnenden Organismen, denn wir sehen sie nicht in das noch lebendige Gewebe übergreifen, sondern immer auf die schon abgestorbenen Theile beschränkt, in denen sie zugleich mit deren Fäulniß erscheinen. Aber die in Wasser löslichen Zersetzungsprodukte der abgestorbenen Theile verbreiten sich in den Geweben weiter, und ihr Zusammentreffen mit lebendigen Zellen scheint dem Leben derselben nachtheilig zu sein. Selbstverständlich wird durch diese Vorgänge die natürliche Heilung vereitelt, weil dadurch diejenigen Gewebe von welchen die letztere ausgehen müßte, eben auch mit zerstört werden.

Ueber den weiteren Verlauf und die endlichen Folgen dieser von Wunden ausgehenden Zesetzungserscheinungen läßt sich wenig allgemeines sagen. Ihre Intensität hängt allerdings auffallend von den äußeren Verhältnissen ab. In sehr feuchtigkeitsreicher Luft, in welcher die Wundfläche statt zu trocknen sich feucht erhält, werden die äußeren abgestorbenen Zellen der Wunde durch die Feuchtigkeit in Fäulniß übergeführt, welche unter

Fortdauer dieser Verhältnisse weiter begünstigt wird und Fortschritte macht. In der feuchten Luft der Glashäuser ist daher Wundfäule eine gewöhnliche Erscheinung, während wenn dieselben Pflanzen im Freien stehen, ihre Wunden weit geringere Zersetzungserscheinungen erleiden oder normal verheilen. Die starke Wundfäule, welche sich an den mit dem feuchten Erdboden in Verbindung stehenden Pflanzentheilen, an Wurzeln, Stöcken und unteren Stammtheilen der Bäume zeigt, die Ausbreitung der Zersetzungserscheinungen vorzugsweise von horizontalen Schnittflächen der Stämme und Aeste aus, auf denen das Wasser sich sammelt, das Ausfaulen hohler Bäume von inner her, endlich die auffallende Häufigkeit von Wundfäule an Bäumen geschlossener, feuchter Waldbestände, vorzugsweise in den Auegegenden, gegenüber freien luftigen Standorten, sind lauter Thatsachen, welche das eben Gesagte in helles Licht stellen.

Aber auch je nach der Beschaffenheit der Pflanzentheile sind diese Zersetzungserscheinungen verschieden. An krautartigen Theilen, an saftig-fleischigen und voluminösen Organen, an den Holzgewächsen und hier wieder an den verschiedenen Theilen derselben zeigt sich die Wundfäule in jeweils andern Symptomen. Nicht minder ist der Verlauf des ganzen Processes hiervon in hohem Grade abhängig: kleine Organe können durch Wundfäule in kurzer Frist vollständig zerstört werden. An großen Pflanzentheilen, wie an Baumstämmen kann das Uebel einen langsam fortschreitenden chronischen Verlauf nehmen, der erst nach vielen Jahren zu einer Katastrophe führt.

Es mag nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, daß diese Zersetzungserscheinungen keine eigenthümlichen Krankheiten, sondern nur der Ausgangszustand einer schon bestehenden Störung sind, daher sie auch an Pflanzentheilen, die durch andere Ursachen, als Verwundungen, durch Frost, durch Erstickung wegen Luftmangel, durch Parasiten ꝛc. getödtet worden sind, auftreten können, sobald die äußeren Umstände solchen Zersetzungsprocessen günstig sind.

I. Zersetzungserscheinungen der Wunden nicht holziger Pflanzentheile.

Zersetzungserscheinungen der Wunden nicht holziger Pflanzentheile.

Wenn die Wunden krautartiger oder fleischiger, saftiger Pflanzentheile nicht durch Wundkork oder Callus verheilen, so werden von der Wundstelle aus immer mehr Zellen vom Tode und darnach wohl auch von Zersetzungserscheinungen ergriffen. Aber die Geschwindigkeit, mit der dies fortschreitet, und der Grad und Charakter des ganzen Processes sind sehr von den gegebenen Umständen abhängig. Sauerstoffhaltige Luft, reichliche Feuchtigkeit und ein gewisser Wärmegrad sind die Bedingungen; und da unter diesen die Feuchtigkeit der wechselndste Faktor ist, so hängt

es von ihr vorzugsweise ab, ob eine Wundfäule eintritt und welche Grade sie erreicht. Es kommt daher einestheils auf die Natur der Pflanzentheile an, weil diese bald saftarm, bald wasserreicher sind, anderntheils auf die Beschaffenheit des Mediums, d. h. darauf ob dieses der feuchte Erdboden oder ein Raum mit sehr wasserdampfreicher Luft oder eine trockene Luft ist.

Schwächster Grad an dünnen Blättern.

Gemäß dem eben Gesagten sind die Wunden dünner saftarmer Blätter, besonders wenn die Pflanzen im Freien an der Luft sich befinden, wenig zu tiefgehenden Zersetzungserscheinungen geneigt. Gewöhnlich findet ja unter diesen Bedingungen die oben beschriebene Heilung statt, und wo dies nicht der Fall ist, schreitet eigentlich nur das Absterben, dem die verletzten Zellen der Wundränder erlegen sind, auch auf die angrenzenden Partien langsam fort; die Zellen entfärben oder bräunen sich und vertrocknen; es bilden sich langsam größer werdende, endlich vertrocknende Flecken, was eine eigentliche Zersetzungserscheinung nicht genannt zu werden verdient. Hier würden auch die kranken Blattflecken zu nennen sein, welche durch einen in der Wunde steckenden fremden Körper verursacht werden: die oben erwähnten Roggenblätter mit ihren weißlichen Flecken, deren jeder in der Mitte eine kleine Wunde hatte, in welcher ein abgebrochenes Borstenhaar von den Grannen des Rogens steckte (pag. 72).

Eigentliche Wundfäule.

Anders ergeht es den voluminöseren und saftreicheren Pflanzentheilen, wie den dickeren Stengeln, den fleischigen Wurzeln und Knollen, den Zwiebeln und besonders den Succulenten, sobald sie nach einer Verwundung einigermaßen größerer Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Die letztere bringt leicht Fäulniß in den abgestorbenen Zellen der Wundfläche hervor, und die Lösung von Zersetzungsprodukten, als mehr oder minder braune, jauchige Substanz, verbreitet sich im Gewebe weiter und wirkt auf die lebendigen Zellen tödtlich, worauf diese unter dem Einfluß des Sauerstoffes in die gleiche Fäulniß übergehen. Daher kann keine Bildung von Wundkork zu Stande kommen, die Folge ist vielmehr eine weiter um sich greifende Fäule, die wir eben genauer als Wundfäule bezeichnen, um sie nicht mit den aus andern Ursachen eintretenden Fäulnißerscheinungen solcher Pflanzentheile zu verwechseln, von denen sie sich auch meist durch ein viel weniger rasches Fortschreiten unterscheidet. So kann bei Rüben, Rettigen, Kartoffeln u. drgl. nach starker Verletzung, besonders in feuchtem Boden, das Gewebe in der Umgebung der Wundstelle in eine weiche breiige, faule Masse sich umwandeln. In der feuchten Luft der Glashäuser, wo zugleich eine gewisse höhere Temperatur den Proceß befördert, gehen die meisten Wunden, die hier die Pflanzen durch Stoß, Quetschung ꝛc. oft genug erleiden, in mehr oder minder starke Fäulniß über, besonders die der ohnedies saftigen Succulenten. Diese bekommen dadurch rings um

die Wunden faule Stellen, die mißfarbig sind, sich weich anfühlen und beim Druck eine bräunliche oder trübe Jauche austreten lassen. Die Wundfäule verbreitet sich in einem solchen Theile immer weiter. Sie dringt z. B. an den mehrere Centim. dicken Blättern der Agave mexicana von der einen Seite eines Blattes bald durch die ganze Dicke desselben hindurch, so daß mit der verwundeten und faulen Stelle der einen Seite ein Faulfleck auf der entgegengesetzten correspondirt, und der Durchschnitt durch eine solche Stelle läßt erkennen, daß die Bräunung und jauchige Zersetzung des Gewebes durch den ganzen Querschnitt des Blattes hindurchgeht. In derartigen Fällen ist immer der Ausgang der, daß man endlich solche Blätter ganz wegschneiden muß. Wie sehr an einem solchen Verlaufe die große Feuchtigkeit der Glashäuser Schuld ist, geht daraus hervor, daß z. B. Agave mexicana wenn sie im Sommer im Freien steht, selbst große Wunden leicht und gut durch Wundkork heilt.

Saprophyte Pilze.

In den wundfaulen Theilen siedeln sich nicht selten saprophyte Pilze an. In den Faulstellen der Rüben und ähnlicher Theile sind es gewöhnlich Bakterien und hefeartige Zellen; sie finden sich nur in den schon in Fäulniß übergegangenen Gewebepartien, nicht in den angrenzenden lebenden. Die faulen Theile der Glashauspflanzen sind meist von eigenthümlichen Pilzen bewohnt. Sehr verbreitet sind Formen von Diplodia, deren schwarze Pyknidenfrüchte mehr unter der Epidermis der faulen Stellen sitzen und ihre dunklen Sporen, oft in rankenförmigen Massen ausstoßen. Oder es finden sich Spermogonien, die als kleine Pusteln aus den faulen Flecken in Menge hervorbrechen, z. B. bei Cacteen. Auch diese Pilze scheinen reine Saprophyten zu sein, d. h. nur in den schon abgestorbenen Geweben sich ansiedeln zu können. So finde ich bei der Diplodia, welche die Wundfäule der Agave mexicana oft begleitet, Pykniden nur auf der Mitte der Faulstellen, und die Myceliumfäden nur in dem tief gebräunten, schon vollständig faulen Gewebe, während sie in einer weiten Zone bereits nicht mehr lebendigen, erschlafften, weichen Gewebes, welches jenes von den gesunden Partien trennt, noch nicht vorhanden sind.

Schorf oder Grind der Kartoffeln.

Als eine besondere Form von Wundfäule muß auch derjenige Zustand der Kartoffelknollen betrachtet werden, welcher unter den Namen Schorf, Grind, Räude oder Krätze bekannt ist. Nach Schacht[1]) nimmt diese Krankheit ihren Anfang von den Lenticellen der Kartoffelknolle, die an und für sich eine normale und allgemein vorkommende Bildung sind: kleine unmittelbar unter der Schale liegende Pünktchen, eine Wucherung von Kork, welche aus weiteren, mehr isodiametrischen, nicht wie die der

[1]) Bericht 2c. über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin 1856. pag. 24.

Schale aus tafelförmig abgeplatteten Korkzellen bestehen. In feuchter Umgebung wachsen diese Lenticellen oft als schneeweiße Wärzchen aus der Schale hervor, was auch an vielen anderen Pflanzen, wenn die Theile in Wasser oder sonst sehr feucht stehen, eine häufige und an sich nicht pathologische Erscheinung ist[1]). Aber an diesen Stellen ist wie Schacht hervorhebt, das darunter liegende Gewebe schlechter als durch die gesunde Schale gegen eindringendes Wasser geschützt, und die Folge sei, daß dieses Gewebe einen Zersetzungsproceß erleidet, durch den an diesen Stellen die Korkbildung endlich aufgehoben und das Gewebe in eine schwarzbraune modrige Masse verwandelt werde. Große Nässe scheint daher nach Schachts Ausspruch sowol die erste Veranlassung zur Bildung der Korkwarzen, als auch die Beförderung des weiteren Verlaufes des Uebels zu gewähren. Ich halte das für richtig und glaube auch erklären zu können, weshalb dadurch der Schorf gebildet wird. Ich habe die ersten Anfänge ebenfalls als kleine locale Korkwucherungen in der Schale gefunden. Ueber denselben berstet sehr bald die Schale zunächst nur in einen oder wenigen sehr feinen, strahlig gerichteten Rissen. Man muß das als die Folge eines leichteren und reichlicheren Eindringens von Wasser durch die Korkwucherung betrachten; das unterliegende Gewebe nimmt durch das imbibirte Wasser ein stärkeres Ausdehnungsstreben an, und die entstehende Gewebespannung bedingt das den Umständen entsprechend zunächst ganz locale und geringfügige Aufspringen, welches ganz dasselbe ist, wie wir es unter dieser Bezeichnung in stärkerem Grade als Folgen gröberer Wunden oben (pag. 20) kennen gelernt haben. Der wesentliche Unterschied ist nun aber der, daß wahrscheinlich wegen übermäßiger Feuchtigkeit und höherer Temperatur, bei anhaltend feuchtem, warmem Wetter keine genügende Wundkorkbildung, sondern statt dessen Zersetzungserscheinungen eintreten. Sobald einmal die ersten Risse in der Schale entstanden sind, schreitet in Folge weiter eindringender Feuchtigkeit nicht bloß das Aufspringen im Umfang und in der Tiefe weiter fort, sondern auch der Zersetzungsproceß: diese Stellen werden schwarzbraun, modrig; in den Zellen derselben verschwindet das Stärkemehl, dafür liegen gelb- oder braungefärbte Ballen desorganisirter Substanz, die nach Schacht oft von Pilzfäden durchwuchert sind, in den Zellen. Die Knolle bedeckt sich also mit solchen faulen, grindartig rauhen Stellen, die man Schorf nennt, in mehr oder minder großen Anzahl und von verschieden großem Umfange und kann dadurch endlich ganz unansehnlich und verdorben werden, womit selbstverständlich eine entsprechende Verminderung des Stärkegehaltes verbunden ist. Zwischen jenem Auf-

[1]) Schacht nennt diese Korkwarzen Pocken, ein Wort, mit dem wir jedoch gegenwärtig eine bestimmte andere, und zwar durch parasitische Pilze verursachte Krankheit der Kartoffelknollen bezeichnen.

springen mit normaler Heilung durch Kork und der hier beschriebenen Zersetzungserscheinung besteht denn auch keine scharfe Grenze. Es kommen vielfach Schorfstellen vor, wo Korkheilung und Zersetzung miteinander kämpfen: man sieht oft am Rande des Schorfes einen Wall von jungen, mit gesundem Kork überzogenem Gewebe oder auf der Fläche des Schorfes derartige kleine Zapfen oder Buckel, die aber auch früher oder später mit in die Zersetzung hineingezogen werden. Die grindartige Rauhigkeit des Schorfes rührt hauptsächlich mit von diesem Umstande her.

II. Zersetzungserscheinungen des Holzes.

Zersetzungserscheinungen des Holzes.

Bei den Holzpflanzen treten in Folge von Verwundungen Zersetzungserscheinungen des Holzes auf, besonders an denjenigen größeren Wunden, die trotz des vor sich gehenden Heilungsprocesses nicht schnell genug die Wundfläche vernarben können, also vornehmlich an Aststumpfen, an Schnittflächen der Aeste, an den Schälwunden u. drgl. Es muß gleich im Voraus bemerkt werden, daß derartige Zersetzungserscheinungen nicht bloß in Folge von Verwundungen eintreten, sondern auch nach anderen Einflüssen, wenn diese für das Holz tödlich gewesen sind, also z. B. nach Forstbeschädigung und namentlich als Folgen der Einwirkung gewisser parasitischer Pilze. Wir haben daher diese Erscheinungen auch in späteren Abschnitten wieder zu berühren; da sie aber vornehmlich als Folgen von Verwundungen auftreten, so sollen sie hier eingehend behandelt werden.

Wundfäule.

Als allgemeine Bezeichnung für den vollständig abgestorbenen und der Zersetzung anheimgefallenen Zustand der holzigen Theile bei den Bäumen gilt seit langer Zeit der Ausdruck **Brand** oder **Nekrose**, wegen gewisser Aehnlichkeiten mit dem gleichnamigen Zustande thierischer Gewebstheile. Zu einer wissenschaftlichen Bezeichnung des Gegenstandes möchte sich derselbe weniger empfehlen, nicht bloß wegen der Unbestimmtheit, mit der er hier angewendet wird[1]), sondern vorzüglich weil er schon zur Bezeichnung einer hiervon sehr verschiedenen Krankheit des Getreides und anderer krautartiger Pflanzen dient. Vielmehr können wir auch für diese Zersetzungserscheinungen in allen ihren verschiedenen Formen und Graden den allgemeinen Namen **Wundfäule** anwenden.

[1]) Der Name Brand oder Nekrose wird von Meyen (Pflanzenpathologie pag. 304 in dem obigen allgemeinen Sinne gebraucht. Bei den Obstzüchtern hat das Wort wol meist auch diese Bedeutung, so daß es also auch gleichbedeutend mit dem unten zu erwähnenden Krebs ist. Göthe (Mittheilungen über den Krebs der Aepfelbäume. Leipzig 1877) nennt Brand die offenen Krebsstellen mit freiliegendem Holzkörper, Sorauer (vergl. Just, Bot. Jahresb. für 1877, pag. 856) dagegen das vom eigentlichen Krebs verschiedene, nach Frostbeschädigung in größerer Ausdehnung am Stamme eintretende Absterben und Vertrocknen der Rinde.

Symptome und Arten der Wundfäule.

I. Symptome und Arten der Wundfäule überhaupt. Wir stellen das, was den Zersetzungserscheinungen, die nach den verschiedenen Verwundungsarten eintreten, gemeinsam ist, voran und legen hier hauptsächlich die Ergebnisse R. Hartig's[1]) über diesen Gegenstand zu Grunde. Die nächste Folge der Entblößung des Holzkörpers eines Baumes ist, daß wegen der gesteigerten Verdunstung die Wundfläche bis zu einer gewissen Tiefe vertrocknet. Dieses Vertrocknen ist ebenso wie für die davon betroffenen Zellen der Rinde und des Bastes am Wundrande, auch für die mit lebendigem Zellinhalte versehenen Zellen des Holzes, also für die parenchymatischen (Holzparenchym und Markstrahlen) tödtlich. Der Inhalt dieser Zellen unterliegt nun als todte organische Substanz unter der Einwirkung des Sauerstoffes dem chemischen Zersetzungsproceß. Dazu ist selbstverständlich die Gegenwart von Wasser nothwendig. Dieses gelangt, theils in beschränkter Menge aus dem Innern des Baumes, theils und vorzüglich von außen als atmosphärisches Wasser an die Wunde. Jedes Holz, in welchem diese Zersetzungsprocesse eingetreten sind, ist durch eine Braunfärbung charakterisirt. Der Grund dieser Bräunung liegt in dem Vorhandensein einer im trockenen Zustande amorphen, rissigen, gelben oder bräunlichen Substanz, welche als eine Kruste auf der inneren Wandung der Holzzelle sich ablagert und bisweilen fast das ganze Innere der Zellen ausfüllt. Je reichlicher dieselbe vorhanden ist desto dunkler braun ist das faule Holz gefärbt. Diese Substanz stellt die löslichen Zersetzungsprodukte der Inhaltsbestandtheile der Zellen dar, welche im Wasser gelöst als eine braune Flüssigkeit, als Humuslösung das Holz durchdringt. Mit dem Wasser, welches von außen in die Wunde gelangt, wird diese Humuslösung weiter im Holze verbreitet, indem dasselbe theils herabsinkt, theils emporsteigt. Für lebendige Zellen ist aber die Berührung mit solchen flüssigen Zersetzungsstoffen ebenfalls tödtlich. Es wird also auch durch letztere das Absterben und die Fäule des Holzes weiter verbreitet. Jede Wundfläche des Holzes hat eine solche Bräunung, wenn auch nur bis in geringe Tiefe zur Folge.

Einfluß äußerer Verhältnisse.

Ob die Wundfäule des Holzes zum Stillstand kommt oder in höhere Zersetzungsgrade, die unter einander verschieden sein können, übergeht, hängt von den gegebenen äußeren Verhältnissen ab. Bei geringem Zutritt atmosphärischen Wassers oder bei baldigem völligen Abschluß der Wunde durch Ueberwallung oder durch Bedeckung mit Theerüberzug u. dergl. zeigt das wundfaule Holz eine mehr hellbraune Farbe und hat an Consistenz nicht viel verloren. Bei reichlichem Wasserzutritt aber, also besonders bei solchem faulen Holze, welches von Wurzelwunden ausgeht und

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878.

überhaupt bei allen Wunden, die mit dem Erdboden in Berührung stehen, desgleichen bei solchen Astwunden, auf denen Regen- und Schneewasser sich sammeln, schreitet der Zersetzungsproceß weiter fort, indem das Holz eine tief schwarzbraune Färbung annimmt und an Consistenz immer mehr verliert, allmälig mürber wird.

Rothfäule.

Alle Zersetzungserscheinungen, bei denen das Holz eine röthliche, bräunliche oder schwärzliche Farbe annimmt, werden mit dem Namen Rothfäule oder nasse Fäule belegt. Dieselbe Sache bezeichnen auch die Ausdrücke Wurzelfäule, Stockfäule, Astfäule, Kernfäule oder Stammfäule und Splintfäule, indem sie nur den Ort des Auftretens dieser Zersetzung andeuten.

Weißfäule.

Weißfäule, Trockenfäule oder Vermoderung nennt man den Proceß, wenn das Holz dabei hell, nämlich sehr blaßbräunlich oder weiß und völlig zerreiblich wird; Bedingung dieser Zersetzungsform ist ungehinderter Zutritt von Luft und geringe Feuchtigkeit, daher sie vorzüglich an offenen Holzwunden sich zeigt. Sie kommt vorzüglich bei Laubhölzern vor, z. B. häufig an Linden, Weiden, Pappeln 2c. wo jedoch auch überall bei größerer Feuchtigkeit und geringerem Luftzutritte Rothfäule eintritt.

Grünfäule.

Die Grünfäule ist die am seltensten vorkommende Zersetzungsart, die sich bisweilen an Birken- Buchen- und Eichenholz zeigt, welches lange Zeit am Boden gestanden hat, besonders an alten faulen Stöcken, und durch intensiv spangrüne Farbe ausgezeichnet ist. Der Farbstoff haftet in den Zellwandungen des Holzes und ist auch den Mycelfäden der etwa vorhandenen Fäulnißpilze eigen. Die grüne Farbe durchdringt das Holz nicht gleichmäßig; stellenweis ist dieses farblos, dem weißfaulen Holze gleich, hier tiefer, dort blasser grün gefärbt. Die Erscheinung ist wissenschaftlich nach keiner Richtung hin genauer untersucht.

Humificirung des Holzes.

Faules Holz, besonders rothfaules, zerbröckelt und zerfällt endlich von selbst in eine schwarzbraune, erdige Masse, sogenannte Baumerde oder Moder. Dieser Proceß besteht in einer vollständigen Humificirung des Holzes, bei welcher auch die Zellmembranen an der Umwandlung in Humuskörper theilnehmen.

Chemische Veränderungen.

Die chemische Veränderung, welche das rothfaule Holz erleidet, ist aus den chemischen Analysen desselben zu erkennen. Während gesundes Eichenkernholz, auf aschefreie Substanz berechnet, zusammengesetzt ist aus

49,24 C. 5,47 H. 45,29 O.,

ergab die Analyse von hellbraunem faulen Eichenholze

53,6 C. 5,2 H. 41,2 O.,

von dunkelbraunem faulen Eichenholze

56,2 C. 4,9 H. 38,9 O.,

und von brauner Baumerde aus einem hohlen Baume 58,0 C. 4,9 H. 37,1 O.

Es erhellt daraus, daß bei der Rothfäule kohlenstoffreichere Substanzen, Humuskörper, zurückbleiben. Der ganze Vorgang ist ein Oxydationsproceß, bei welchem Kohlensäure und Wasser auf Kosten der organischen Substanz des Holzes gebildet werden, letztere also sich absolut vermindert. Dieses geht aus der Vergleichung des Aschegehaltes gesunden und faulen Holzes hervor. Gesundes Fichtenholz enthält

48,63 C. 5,80 H. 45,18 O. 0,39 Asche.

Stark zersetztes Fichtenholz dagegen

48,14 C. 4,96 H. 40,24 O. 6,66 Asche[1]).

Dieser große Aschengehalt erklärt sich aus dem Zersetzungszustande, durch den nur die organische Substanz, nicht die Aschebestandtheile betroffen werden. — Bei der Weißfäule ist der chemische Vorgang ein anderer. Weißfaules Eichenholz ergab an organischer Substanz

48,2 C. 6,3 H. 45,5 O.

Weißfaules Holz ist also ärmer an Kohlenstoff und etwas reicher an Sauerstoff als gewöhnliches Holz. Die Oxydation erzeugt hier also außer Kohlensäure und Wasser noch andere Oxydationsprodukte. Bei unserer mangelhaften Kenntniß der chemischen Verbindungen, die im gewöhnlichen Holz vorhanden sind, vermögen wir gegenwärtig nichts darüber zu sagen, in welcher Weise bei diesen Veränderungen die einzelnen chemischen Bestandtheile des Holzes sich verhalten.

Beförderung der Wundfäule des Holzes durch Insekten.

Der Zersetzung des Holzes kann durch die holzbewohnenden Insekten Vorschub geleistet werden, namentlich durch die Holzwespen und Holzkäfer, welche in todtem Holze Gänge in verschiedenen Richtungen fressen, wodurch nicht nur eine mechanische Zerstörung bewirkt, sondern auch das Eindringen von Wasser und Luft in die Holzmasse bedeutend erleichtert wird.

Beförderung der Wundfäule des Holzes durch Pilze.

Außerdem betheiligen sich an der eigentlichen Zersetzung oder Wundfäule des Holzes außer dem Sauerstoff sehr häufig auch gewisse saprophyte Pilze, welche sich in dem faulen Holze ansiedeln. Auch sie werden durch reichliche Feuchtigkeit begünstigt und befördern den Fortgang der Zersetzung in hohem Grade. Diese Begleiter der Fäule des Holzes dürfen nicht verwechselt werden mit den bisweilen in Holzpflanzen lebenden parasitischen Pilzen, von denen sie sich jedenfalls dadurch unterscheiden, daß sie nicht in das lebende, gesunde Holz hineinwachsen, sondern daß dasselbe schon todt sein muß, wenn sie sich in ihm ansiedeln sollen, und daß sie nur die Zersetzung des vorher abgestorbenen Holzes mit vermitteln.

[1]) Nach den Angaben R. Hartig's l. c.

überhaupt bei allen Wunden, die mit dem Erdboden in Berührung stehen, desgleichen bei solchen Astwunden, auf denen Regen- und Schneewasser sich sammeln, schreitet der Zersetzungsproceß weiter fort, indem das Holz eine tief schwarzbraune Färbung annimmt und an Consistenz immer mehr verliert, allmälig mürber wird.

Rothfäule.

Alle Zersetzungserscheinungen, bei denen das Holz eine röthliche, bräunliche oder schwärzliche Farbe annimmt, werden mit dem Namen Rothfäule oder nasse Fäule belegt. Dieselbe Sache bezeichnen auch die Ausdrücke Wurzelfäule, Stockfäule, Astfäule, Kernfäule oder Stammfäule und Splintfäule, indem sie nur den Ort des Auftretens dieser Zersetzung andeuten.

Weißfäule.

Weißfäule, Trockenfäule oder Vermoderung nennt man den Proceß, wenn das Holz dabei hell, nämlich sehr blaßbräunlich oder weiß und völlig zerreiblich wird; Bedingung dieser Zersetzungsform ist ungehinderter Zutritt von Luft und geringe Feuchtigkeit, daher sie vorzüglich an offenen Holzwunden sich zeigt. Sie kommt vorzüglich bei Laubhölzern vor, z. B. häufig an Linden, Weiden, Pappeln ꝛc. wo jedoch auch überall bei größerer Feuchtigkeit und geringerem Luftzutritte Rothfäule eintritt.

Grünfäule.

Die Grünfäule ist die am seltensten vorkommende Zersetzungsart, die sich bisweilen an Birken- Buchen- und Eichenholz zeigt, welches lange Zeit am Boden gestanden hat, besonders an alten faulen Stöcken, und durch intensiv spangrüne Farbe ausgezeichnet ist. Der Farbstoff haftet in den Zellwandungen des Holzes und ist auch den Mycelfäden der etwa vorhandenen Fäulnißpilze eigen. Die grüne Farbe durchdringt das Holz nicht gleichmäßig; stellenweis ist dieses farblos, dem weißfaulen Holze gleich, hier tiefer, dort blasser grün gefärbt. Die Erscheinung ist wissenschaftlich nach keiner Richtung hin genauer untersucht.

Humificirung des Holzes.

Faules Holz, besonders rothfaules, zerbröckelt und zerfällt endlich von selbst in eine schwarzbraune, erdige Masse, sogenannte Baumerde oder Moder. Dieser Proceß besteht in einer vollständigen Humificirung des Holzes, bei welcher auch die Zellmembranen an der Umwandlung in Humuskörper theilnehmen.

Chemische Veränderungen.

Die chemische Veränderung, welche das rothfaule Holz erleidet, ist aus den chemischen Analysen desselben zu erkennen. Während gesundes Eichenkernholz, auf aschefreie Substanz berechnet, zusammengesetzt ist aus

49,24 C. 5,47 H. 45,29 O.,

ergab die Analyse von hellbraunem faulen Eichenholze

53,6 C. 5,2 H. 41,2 O.,

von dunkelbraunem faulen Eichenholze

56,2 C. 4,9 H. 38,9 O.,

und von brauner Baumerde aus einem hohlen Baume 58,0 C. 4,9 H. 37,1 O.

Es erhellt daraus, daß bei der Rothfäule kohlenstoffreichere Substanzen, Humuskörper, zurückbleiben. Der ganze Vorgang ist ein Oxydationsproceß, bei welchem Kohlensäure und Wasser auf Kosten der organischen Substanz des Holzes gebildet werden, letztere also sich absolut vermindert. Dieses geht aus der Vergleichung des Aschegehaltes gesunden und faulen Holzes hervor. Gesundes Fichtenholz enthält

48,63 C. 5,80 H. 45,18 O. 0,39 Asche.

Stark zersetztes Fichtenholz dagegen

48,14 C. 4,96 H. 40,24 O. 6,66 Asche[1]).

Dieser große Aschengehalt erklärt sich aus dem Zersetzungszustande, durch den nur die organische Substanz, nicht die Aschebestandtheile betroffen werden. — Bei der Weißfäule ist der chemische Vorgang ein anderer. Weißfaules Eichenholz ergab an organischer Substanz

48,2 C. 6,3 H. 45,5 O.

Weißfaules Holz ist also ärmer an Kohlenstoff und etwas reicher an Sauerstoff als gewöhnliches Holz. Die Oxydation erzeugt hier also außer Kohlensäure und Wasser noch andere Oxydationsprodukte. Bei unserer mangelhaften Kenntniß der chemischen Verbindungen, die im gewöhnlichen Holz vorhanden sind, vermögen wir gegenwärtig nichts darüber zu sagen, in welcher Weise bei diesen Veränderungen die einzelnen chemischen Bestandtheile des Holzes sich verhalten.

Beförderung der Wundfäule des Holzes durch Insekten.

Der Zersetzung des Holzes kann durch die holzbewohnenden Insekten Vorschub geleistet werden, namentlich durch die Holzwespen und Holzkäfer, welche in todtem Holze Gänge in verschiedenen Richtungen fressen, wodurch nicht nur eine mechanische Zerstörung bewirkt, sondern auch das Eindringen von Wasser und Luft in die Holzmasse bedeutend erleichtert wird.

Beförderung der Wundfäule des Holzes durch Pilze.

Außerdem betheiligen sich an der eigentlichen Zersetzung oder Wundfäule des Holzes außer dem Sauerstoff sehr häufig auch gewisse saprophyte Pilze, welche sich in dem faulen Holze ansiedeln. Auch sie werden durch reichliche Feuchtigkeit begünstigt und befördern den Fortgang der Zersetzung in hohem Grade. Diese Begleiter der Fäule des Holzes dürfen nicht verwechselt werden mit den bisweilen in Holzpflanzen lebenden parasitischen Pilzen, von denen sie sich jedenfalls dadurch unterscheiden, daß sie nicht in das lebende, gesunde Holz hineinwachsen, sondern daß dasselbe schon todt sein muß, wenn sie sich in ihm ansiedeln sollen, und daß sie nur die Zersetzung des vorher abgestorbenen Holzes mit vermitteln.

---

[1]) Nach den Angaben R. Hartig's l. c.

Die wichtigsten saprophyten Pilze der Holzpflanzen.

Die Zahl der an abgestorbenen holzigen Pflanzentheilen sich ansiedelnden saprophyten Pilze ist eine ungemein große; sie alle aufzählen, hieße eine Mykologie schreiben. Wir müssen daher hier darauf verzichten, nicht blos aus diesem Grunde, sondern mehr noch deshalb, weil ihr Erscheinen eigentlich schon das Ende der Krankheit, den Tod, bezeichnet, und die Pathologie also eigentlich nichts mehr mit ihnen zu thun hat. Da sie aber den abgestorbenen und noch an der lebendigen Pflanze haftenden Theilen vielfach ein eigenthümliches Aussehen verleihen, so mögen hier wenigstens die gewöhnlichsten dieser Pilzformen und ihr Verhalten kurz angedeutet werden.

Gemeinsam ist bei diesen Pilzen, daß ihr Mycelium in dem Zellgewebe der der Wundfäule anheim gefallenen Theile, also in der Rinde und besonders im Holze verbreitet ist. Zuerst hat Th. Hartig[1]) im faulen Holze Pilze gefunden, die er Nachtfasern (Nyctomyces) nannte, und denen er eine Betheiligung an der Verbreitung der Fäulniß zuschrieb. Durch Schacht[2]), ferner besonders durch Willkomm[3]), der gewisse sogleich zu nennende Pilzformen für echte Parasiten und für die wahre Ursache der Rothfäule erklärte, sowie durch R. Hartig[4]), der jene nur als Saprophyten erkannte, wurde das Auftreten dieser Pilzmycelien im faulen Holze genauer beobachtet. Es sind verzweigte Pilzfäden, welche sowol zwischen den Holzzellen, als auch innerhalb der Membranen derselben und selbst in das Innere der Zellen hinein wachsen. In den Membranen bohren sie Gänge, sowol in der Richtung derselben, also den Schichten der Membran folgend, als auch quer durch dieselben hindurch, aus einer Zelle in die andere wachsend. Die Fruchtträger, an denen die Sporen gebildet werden, entwickeln diese Pilze an den freien Flächen ihres Substrates, wo sie an die Luft gelangen, also vorwiegend an der Oberfläche der Zweige und Stämme, oder an der Außenfläche des Holzkörpers, wenn dieser frei liegt, oder wenn die darüberliegende abgestorbene Rinde sich von ihm abgehoben hat, oder auch an der Innenseite des Holzes hohler Stämme, in Spalten des Holzkörpers u. dergl.

Nach der Verschiedenheit der Theile des Baumes sind auch die Pilze, welche die Wundfäule begleiten, verschieden. Die dünneren Zweige haben fast immer andere Pilze, als die stärkeren Aeste und der Stamm derselben Baumspecies; wieder andere Pilze zeigen sich an den tieferen, mit dem Erdboden in Berührung stehenden Wunden, und der Holzkörper hat sowol in seinem Innern, als an seinen entblößten Oberflächen auch gewisse eigenthümliche Saprophyten. Dazu kommt ferner, daß besonders die an den dünneren Zweigen auftretenden Pilze fast bei jeder Holzpflanze von anderer Art sind; fast jede hat daselbst ihre eigenthümlichen Pilzformen.

An den dünneren ein- bis mehrjährigen Zweigen oder Zweigstummeln, wenn dieselben durch irgend eine Beschädigung, besonders durch Verwundung, wie Abschneiden u. dergl. oder durch unzeitige Entlaubung getödtet worden sind, erscheinen im Herbst und Winter nach dem Absterben, und zwar während dieselben noch auf der Pflanze stehen, gewisse Scheiben- und Kernpilze. Bei der Eiche ist das regelmäßig Colpoma quercinum *Wallr.*, das mit seinen

---

[1]) Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle in Pilz- und Schwammgebilde ꝛc. Berlin 1833.

[2]) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik III.

[3]) Die mikroskopischen Feinde des Waldes I. Dresden 1866.

[4]) Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878.

strichförmigen, geraden oder gekrümmten dunkeln Früchten durch eine lippenförmige Spalte der Rinde hervorbricht, gewöhnlich in Begleitung seiner Spermogonien. Bei Eschen sind es die elliptischen schwarzen Früchte des Hysterium Fraxini *Pers.* Bei vielen anderen Bäumen spielen diese Rolle verschiedene Kernpilze aus der Verwandtschaft der Valseen, deren Perithecien als kleine, dunkle, durch die Rinde hervorbrechende Pusteln oft über den ganzen dürren Zweig zerstreut stehen, z. B. an Weiden Valsa salicina *Fr.*, an Ulmen Valsa stellulata *Fr.*, an Linden Hercospora Tiliae *Fr.*, an Erlen Cryptospora suffusa *Tul.*, an Weißbuchen Diaporthe Carpini *Fuckel.*, an Rothbuchen Quaternaria Persoonii *Tul.* etc. Oder es treten statt der Perithecien die Spermogonien solcher Kernpilze auf den genannten Theilen auf, Formen von Cytispora und Naemaspora, ebenfalls über den größten Theil des todten Zweiges verbreitet, in Form kleinerer aus der Rinde brechender Pusteln, welche bei Feuchtigkeit ihre Spermatien in hellen Ranken ausstoßen. Oder es finden sich nur die Pyknidenfrüchte solcher Pilze als schwarze in der Rinde nistende und hervorbrechende kleine Pusteln, besonders Diplodia-Formen. Oder endlich gewisse Formen des conidientragenden Stroma, welche als kleine, schwarze, abfärbende Pusteln in Menge aus der Rinde hervortreten, z. B. sehr häufig an dürren Lindenzweigen Exosporium Tiliae *Link*, an Weiden Trimmatostroma salicis *Corda*, an Birken Coryneum disciforme *Schm. & Kze.* etc. etc.

An stärkeren Zweigen der Eiche und ebenso auch an abgestorbenen Stämmchen derselben wächst Colpoma quercinum nicht mehr, dafür bricht oft Diatrypella quercina *Nitschke* oder Diatrype disciformis *Fr.* mit ihren ziemlich großen runden, erhabenen Polstern durch die Rinde. Auf noch stärkeren Aesten der Bäume und deren Stämmen, erscheinen dagegen vorwiegend die großen Schwämme, verschiedene Arten Thelephora und Löcherpilze (Polyporus), deren Fruchtkörper außen an den Aesten und Stämmen sitzen und gewöhnlich in mehrjähriger Dauer sich allmälig vergrößern. Sehr verbreitet sind auch an noch berindeten und stehenden todten Holztheilen die Formen von Nectria, besonders in dem Zustande des Conidienstroma, welches die frühere Gattung Tubercularia bildete: zahlreiche hochrothe, stecknadelkopfgroße und größere erhabene Polster. Diese kommen an allen Theilen, von den dünnsten Zweigen bis zu starken Stämmen vor.

Wunden, die mit dem Erdboden in Berührung stehen, also besonders die am Fuß der Baumstämme befindlichen und vorzüglich die abgehackter Stöcke haben wieder andere Pilze, besonders größere Schwämme der Hymenomyceten, zumal Agaricus-Arten, unter diesen auch noch den Agaricus melleus, welcher schon am lebendigen Holze als Parasit sich ansiedelt. Das Mycelium derselben ist im faulen Holze verbreitet; zwischen Holz und Rinde entwickelt sich dasselbe oft zu Rhizomorphen (Rhizomorpha subcorticalis *Pers.*), die als wurzelartige runde oder plattgedrückte und dann oft bis mehrere Cm. breite Stränge mit rechtwinklig abgehenden Zweigen und mit dunkelbrauner glatter Rinde und weißem Mark zum Vorschein kommen, wenn man die Baumrinde ablöst. Auch gewisse Kernpilze sind für diese Orte charakteristisch: besonders Xylaria-Arten mit ihren bis gegen fingerlangen, stiel- oder strauchförmigen, schwarzen, oft weiß bestäubten Fruchtkörpern, auch wol Eutypa-Arten, deren schwarze, dünne Krusten dem Holz fast aufgewachsen sind in oft weiter Erstreckung. Auch das Mycelium dieser Pilze durchwuchert das Holz und ist besonders die Veranlassung der feinen schwarzen Linien, welche

oft das weißfaule Holz in unregelmäßig gebogenem Verlaufe durchziehen. Diese Linien stellen die **Rhizomorpha intestina DC** dar. An diesen Punkten ist das im Holze wuchernde Mycelium sehr stark entwickelt, seine Fäden sind dicht in einander verflochten zu einer zusammenhängenden Masse, welche gleichmäßig die Zellhöhlen wie die Membranen der Holzzellen erfüllt, die dadurch fast unkenntlich werden; in diesen Partien färben sich an gewissen Stellen die Fäden braun, und dadurch wird die schwarze Linie hervorgebracht.

Endlich haben auch die nackten Holzflächen ihre eigenthümlichen saprophyten Pilzformen. An frischen Wundflächen bedeckt sich das entblößte Holz oft bald mit den schwarzgrünen Räschen von Cladosporium, d. s. Conidienträger von **Pleospora**-Arten. Ist die Wunde älter geworden, wie an großen nicht überwallten Holzwunden im Innern hohler Bäume &c., so erscheinen gewöhnlich auf der Holzfläche andere Formen: schwarze, rußartige Ueberzüge, ebenfalls conidienbildende Entwickelungszustände von Pilzen, besonders Formen von **Helminthosporium, Helicosporium, Nematogonium** etc., oder auch rauhkörnige, schwarze Ueberzüge, welche auf dem Holzkörper entstehen, sowol wenn derselbe schon entblößt ist, als auch unter der Rinde, wenn diese ihn noch bedeckt ohne organisch mit ihm zusammenzuhängen. Sie bestehen aus zahllosen dicht beisammenwachsenden Perithecien einfacher Pyrenomyceten; sehr häufig sind dies **Teichospora obducens** *Fuckel*, **Melanomma pulvis pyrius**, *Nitschke*, Arten von **Ceratostoma** u. a. Auch **Hypoxylon**-Arten bedecken oft mit ihren röthlich-schwarzen, polsterförmigen, ausgebreiteten Krusten die Hiebfläche von Stämmen oder Aesten und andere bloßliegende Holztheile. Für alle diese Pilze ist ein mäßiger Feuchtigkeitsgrad des faulen Holzes Bedingung. Wo das letztere größerer Feuchtigkeit ausgesetzt ist, die eine raschere Zersetzung bewirkt, erscheinen mit Vorliebe wieder andere Pilze, besonders helle, weiße, gelbe, grünliche oder röthliche, zarte, staubige Ueberzüge, die verschiedene Conidienzustände, Formen der alten Gattungen **Torula, Sporotrichum** etc. darstellen. Auch Myxomyceten lieben solches Holz; sie erscheinen an der Oberfläche desselben mit ihren lebhaft gefärbten, weißen, gelben oder rothen schaumigen Plasmodien, die sich bald in die zierlichen, heerdenweis wachsenden Sporangien umwandeln.

Auch in dem mehr noch innerhalb der Stämme verborgenen rothfaulen Holze sind immer saprophyte Pilze zu finden. Es sind dies aber sehr unvollkommene Formen, die zu den Hyphomyceten, wenn auch nur vorläufig, zu stellen sind, da man ebenso wenig weiß, zu welchen vollkommeneren Formen sie sich unter geeigneten Umständen entwickeln, wie ob sie unter einander zusammengehören. Denn gewöhnlich finden sich im rothfaulen Holze mehrere Formen beisammen. Es sind dies hauptsächlich die von Willkomm (l. c.) beschriebenen Pilze, und zwar erstens eine Form, welche **Xenodochus ligniperda** *Willk.* genannt worden ist. Die im Holze wuchernden, zum Theil braungefärbten Myceliumhyphen bilden, bald an den Enden, bald in ihrer Continuität kettenförmig an einander gereihte, dunkelbraune, kugelige sporenartige Zellen, die Willkomm für Sporangienketten hielt, richtiger aber Gemmen (Brutzellen) des Myceliums zu nennen sein dürften. Eigentliche Sporen scheint R. Hartig[1]) gesehen zu haben: auf pfriemenförmigen Hyphenästen, die fast immer nahe der Oberfläche des Holzes sich zeigten und vielleicht aus jenem Mycelium entsprangen, wurden kleine farblose Sporen abgeschnürt; doch genügt die Beschreibung nicht, um die Pilzform zu bestimmen. Außerdem

---

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 66.

findet sich im rothfaulen Holze noch ein anderer Pilz, der aber auch im weißfaulen Holze auftritt, Staphylosporium violaceum *Willk.*, oder Rhynchomyces violaceus *Willk.*; er trägt an schnabelartig verlängerten Hyphenästen einen oder mehrere Quirle eiförmiger, zweizelliger, dunkelblauer Sporen. Willkomm hält diesen und den Xenodochus für zusammengehörig, beide für Formen einer Art; R. Hartig (l. c.) hat diese Ueberzeugung nicht in hinreichendem Maaße gewinnen können; im Xenodochus vermuthet er einen Zustand von Ceratostoma piliferum *Fr.*, dessen kleine schwarze Perithecien allerdings häufig an den Oberflächen faulen Holzes sich finden.

Wundfäule bei den einzelnen Verwundungsarten, und zwar:

II. **Wundfäule bei den einzelnen Verwundungsarten.** Auf vorstehendes Allgemeine lassen wir die einzelnen Verwundungsarten, insoweit sie Zersetzungsprocesse am Holze nach sich ziehen, folgen. Da die Formen dieser Wunden und die Art ihrer natürlichen Heilung oben schon speciell erörtert worden sind, so setzen wir diese Dinge hier als bekannt voraus und beschränken uns darauf, die besonderen Erscheinungen, welche die Wundfäule bei den einzelnen Verwundungsarten darbietet, zu beschreiben.

bei Astwunden,

1. Astwunden. Schon das Ausbrechen der Seitenknospen, z. B. an Eichensämlingen, um deren Höhenwuchs zu befördern, hinterläßt, obgleich die Wunden durch Ueberwallung bald vernarben, nach Göppert[1]) eine von der Wunde aus ins Holz des Stämmchens eindringende Bräunung, die jedoch auf diese Punkte beschränkt bleibt.

Denselben Erfolg haben auch die Wunden, welche durch Verstümmelung dünnerer Zweige, wie beim künstlichen Beschneiden und beim Verbeißen durch Wild und andere Thiere, entstehen. Die Heilung der meist kleinen Wundfläche ist gewöhnlich zeitig genug beendet, um weiter fortschreitende Zersetzungsprocesse zu verhindern.

Mit der Größe der Wundfläche wächst auch die Ausdehnung und der Grad der Wundfäule. Daher sind vorzüglich die von dickeren Aesten herrührenden Wunden gefährlich für die Gesundheit und für den technischen Werth des Stammholzes. Diese Fragen haben deshalb namentlich an den Eichen und Obstbäumen ein hervorragendes praktisches Interesse. Die Folgen dieser Wunden sind darum auch vielfach erörtert worden. Das Beste hierüber verdanken wir den von Göppert[2]) und von R. Hartig[3]) angestellten Untersuchungen, denen die folgenden Angaben entlehnt sind. Die gefährlichsten Wunden sind die Aststumpfe, wie sie in Folge des natürlichen Absterbens der unteren Aeste im Hochwalde, in Folge von Windbrüchen u. dgl. und bei regelwidriger Aestung, d. h. wenn der Ast nicht dicht am Stamme abgenommen wird, entstehen. Da, wo sie bald nach ihrem Absterben leicht abbrechen, wie bei Kiefern, ist dies noch nicht

[1]) Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume.
[2]) l. c. pag. 59—68.
[3]) l. c. pag. 68, 133 ff.

so gefährlich als da, wo sie lange stehen bleiben, weil sie die vom Stamme oder der lebendbleibenden Astbasis ausgehende Ueberwallung hindern sich zu schließen und die günstigsten Einzugspforten für atmosphärisches Wasser und saprophyte Pilze darbieten. Zunächst liegt die schwarzbraune Grenze des abgestorbenen Astholzes an der Basis des Astes. Der Aststumpf wird in der Regel unter Betheiligung von Fäulnißpilzen zersetzt, und wenn er endlich durch eigene Schwere oder durch Schneeanhang abfällt, so bricht er aus der Asthöhle heraus. Die Vertiefung, welche er hinterläßt, wird nun nach und nach durch Ueberwallungswülste geschlossen. Aber das inzwischen in die Höhle eindringende Wasser zersetzt die noch zurückgebliebenen Reste des Astes und verwandelt sie in schwarzbraunen Humus. Diese ausgefaulten **Asthöhlen**, die endlich durch die Ueberwallung ganz verschlossen und verborgen werden können und mehr oder weniger tief in das Stammholz hineinragen, vergrößern sich zwar nach Verheilen der Wunde nicht mehr, schädigen aber jedenfalls die Verwendbarkeit des Holzes beträchtlich. Wenn das Kernholz des Astes der Zersetzung länger widersteht als das Splintholz, wie es z. B. bei der Eiche nicht selten ist, so wird das Abfallen des Aststumpfes verzögert und derselbe wächst tiefer in das Innere des Baumes ein; und auch wenn das Splintholz völlig verfault ist, so hindert das stehen gebliebene Kernholz den Verschluß der Asthöhle durch Ueberwallung, und so kommen mit zunehmender Stärke des Stammes die ausgefaulten Hohlräume immer tiefer in den Stamm zu sitzen und vermindern dessen Werth um so mehr. Bei den Nadelhölzern wirkt die starke Verkienung der Aststumpfe ihrer Zersetzung entgegen; nichts destoweniger zeigen sie durch ihre mehr oder minder starke Schwarzfärbung die eingetretene Wundfäule an, die sich auch bei der Verarbeitung des Holzes an den sogenannten ausfallenden Aesten zeigt, indem nach der Verflüchtigung des Terpenthins der Ast sich als mürbe und locker erweist.

Auch an den **Schnittflächen** am Stamme abgesägter stärkerer Aeste treten, abgesehen von der etwaigen Einwanderung von Parasiten, von denen hier nicht die Rede ist, Zersetzungserscheinungen auf, wenngleich minder verderbliche. Vielmehr wird durch ein Absägen trockener Aeste und Aststumpfe, wenn es glatt an der Oberfläche des Stammes geschieht (Trockenästung), die Bildung der eben beschriebenen Asthöhlen bei den Laubhölzern, desgleichen die Entstehung jener ausfallenden Aeste bei den Nadelhölzern vermieden. Schwächere trockene Aeste fallen, ohne irgend erheblichen Schaden zu hinterlassen, von selbst ab. Bei der Grünästung siedeln sich auf den frischen Wundflächen häufig binnen kurzer Zeit saprophyte Pilze, gewöhnlich Entwickelungsformen von Pleospora an, meistens Cladosporium, das einen charakteristischen schwärzlichen oder

dunkelgrünen Ueberzug bildet. Der blosgelegte Holzkörper bräunt sich nach R. Hartig bei der Eiche schon nach wenigen Monaten bis auf eine Tiefe von 0,5 Cm. Hat die Aestung im Winter stattgefunden, so dringt diese Zersetzung meistens nicht weiter als bis auf 1,5 Cm. vor. Bei Grünästung der Eiche zur Saftzeit (zwischen März und September) bräunt sich die Schnittfläche in der Regel tiefer, nämlich 1,5 bis 2,5 Cm. tief. Selbstredend kann dies mit der Größe der Wundfläche sich noch steigern. Bleiben bei der Aestung noch Stumpfe stehen, so ist die Wundfäule eine noch tiefer eindringende und kann die Brauchbarkeit der Stämme beeinträchtigen, jedenfalls aber kommt sie mit dem Schluß der Wunde zum Stillstand. Bei Nadelhölzern ist die Grünästung außer der Saftzeit ohne beachtenswerthe Folgen für die Gesundheit des Holzes, woran die Bekleidung durch das ausfließende Harz schuld ist, welches conservirend wirkt. Eigentliche Wundfäule kommt an solchen Wunden nach R. Hartig nicht vor. Nur die später zu besprechenden Parasiten können hier Gefahr bringen, wenn sie an der noch nicht verharzten Wunde eingedrungen sind. Bei allen Grünästungen zur Saftzeit sind sowol bei Laub- wie bei Nadelhölzern die leicht eintretenden Rindeverletzungen Ausgangspunkte von Wundfäule. Wenn nämlich beim Absägen des Astes, besonders am unteren Rande der Wunde die Rinde ein Stück vom Stamme mit losgelöst wird, so stirbt in dieser Ausdehnung die Cambiumschicht ab. Indem die umgebenden Theile eine neue Holzschicht bilden, entsteht an jenen Stellen ein Zwischenraum zwischen Holz und Rinde, in welchem sich Regenwasser sammelt, Fäulnißpilze vegetiren und Zersetzungsprodukte sich bilden, welche in das Holz, besonders durch die Markstrahlen eindringen und dieses mehr oder weniger tief nach innen bräunen. Auf dem radialen Längsschnitt durch den Stamm läuft dann ein brauner Streifen im Holze von der Wunde aus abwärts zwischen der nach der Verwundung gebildeten Splintschicht und dem älteren Holze. Dies erstreckt sich nicht nur in der Ausdehnung, in welcher die Rinde bei der Aestung losgelöst worden war, sondern nach und nach noch tiefer, indem die löslichen Zersetzungsprodukte in den Holzgefäßen abwärts sinken; R. Hartig fand dies bei Eichen zuweilen 3—4 Meter weit abwärts. Nach Demselben sinkt hier die braune Flüssigkeit bei Aestung im Frühjahr in den großen Gefäßen des Vorjahres, bei Sommerästung dagegen in den Gefäßen desselben Jahres am tiefsten hinab, so daß im letzteren Falle die darnach sich bildende zweite Hälfte des Jahresringes normal bleibt, indem immer nur das im Augenblicke der Verwundung bereits gebildete Holz sich färbt. Man kann darnach leicht jede Sommerästung als solche erkennen, jedoch Frühlings- oder Herbstästung nicht unterscheiden. Auch bei Fichten fand R. Hartig nach Sommerästung dieselbe Bräunung,

und zwar von der Schnittwunde aus durch den ganzen Baum bis nahe zu den Wurzeln verfolgbar, ohngeachtet daß hier die eigentliche Schnittfläche sich mit Harz bedeckt. So lange Luft und Wasser hinzutreten können, schreiten diese Zersetzungen fort, erst wenn die Ueberwallung über den Rand der Schnittfläche übergreift und die äußeren Jahresschichten abschließt, erleidet jener schmale braune Streifen keine Veränderung weiter. Bei Laubhölzern kann durch Theerung der Wundfläche derselbe Vortheil erzielt werden, welcher den Coniferen der Harzüberzug der Wunden gewährt, worüber Näheres bei der Behandlung der Wunden im folgenden Artikel (pag. 159).

bei Gipfelbruch 2c.,

2. Gipfelbruch, Verlust starker Aeste, Kopfhölzer. Alle vorstehend genannten Verwundungen kommen darin überein, daß die Wundflächen hier nur träge oder gar nicht überwallt werden, und daß sie ungefähr horizontal sind, so daß das Regen- und Schneewasser leicht in sie eindringt und die löslichen Zersetzungsprodukte ans den oberen Theilen im Stamme weit hinab führt. Die Folge ist, daß sich die Zersetzung tief in den Stamm herab fortsetzt und rasch verläuft, daß also der Stamm im Innern bis zu beträchtlicher Tiefe ausfault. Es entstehen auf diese Weise die hohlen Baumstämme. Daher werden bekanntlich die Kopfweiden gewöhnlich alle sehr bald hohl; und auch nach Gipfelbruch oder nach dem Kappen starker Aeste kommt es oft zu diesem Erfolge. Der Stamm kann soweit ausfaulen, daß nur ein dünner, aus dem jüngeren Holze bestehender Mantel zurückbleibt, der in dem Maaße, als er durch's Cambium neues Holz bildet, von innen her sein altes Holz durch Fäulniß verliert. Die innere Wand des hohlen Baumes ist mit Holz in allen Stadien der Zersetzung bekleidet, und seine Höhle mehr oder weniger mit den humificirten Endprodukten der Wundfäule, einer heller oder dunkler braunen Baumerde, erfüllt. Selbstredend tritt Hohlwerden an Bäumen mit weichem, leicht zersetzbarem Holze, wie Weiden, Pappeln, Linden, eher und häufiger ein, als an Bäumen mit härterem Holze, wie Eichen, Buchen u. drgl. Bei Fichten bleiben oft die verkienten, daher resistenten quirlförmigen Aeste bis zu ihrer Basis in der ausgefaulten Höhle des Stammes stehen[1]). An den Stellen, wo die Fäulniß das Holz ganz zerstört hat, sowie da, wo anderweite äußere Stammwunden hinzugetreten sind, wird die Höhle des Baumes nach außen geöffnet; schließlich kann der Stamm sich spalten oder wirklich in einzelne Theile der Länge nach zerrissen werden, die noch immer fortleben können, so lange sie gesundes Holz haben und mit Wurzeln in Verbindung stehen. Von der eigenthümlichen Bekleidung der Innenseite solcher hohler Bäume

[1]) Göppert, l. c. pag. 13. Taf. IV. Fig. 2.

und anderen an ihnen auftretenden Neubildungen ist oben die Rede gewesen. Mit Hülfe der noch thätigen Cambiumschicht und solcher Ueberwallungen führt der hohle Baum oft lange den Kampf zwischen Heilung und Zersetzung fort, der sich immer mehr zu Gunsten der letzteren wendet, bis der nächste starke Sturm den Baum zu Fall bringt. Hierher gehören auch die Folgen, welche das Wegnehmen eines Zwillingsstammes der Fichte (hervorgegangen aus einem doppelten Höhentrieb, wie ihn junge Fichten nicht selten annehmen) für den stehen bleibenden Stamm haben, indem, wenn derselbe nicht früh genug, sondern erst im 20- bis 30jährigen Alter weggenommen wird, seine zurückbleibende Basis sich gerade wie ein Aststummel verhält. Sie stirbt ab, wird durch Fäulniß zerstört und hinterläßt am Fuße des Stammes eine offene Wunde; von dort aus kann sich die Wundfäule auf den Holzkörper des stehenden Stammes verbreiten und kommt erst zum Stillstand, wenn der Stamm die Wunde allseitig umwachsen und eingeschlossen hat. Auch Parasiten, wie Agaricus melleus, finden sich gern in solchen Wunden ein[1]).

bei Verletzungen der Wurzeln,

3. **Verletzungen der Wurzeln** sind wegen der dauernden Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit ganz besonders der Wundfäule ausgesetzt. Das übliche Verschneiden der Pfahlwurzel und der Seitenwurzeln an Obstbäumen beim Verpflanzen wird nach Göppert[2]) selten überwallt, sondern es entsteht Fäulniß, die sich von der Schnittfläche aus im Innern verbreitet. Verletzungen stärkerer flachliegender Wurzeln erwachsener Bäume, wie sie beim Holzrücken, durch Wagenräder und Viehtritte erzeugt werden, geben nach R. Hartig[3]), etwa mit Ausnahme der harzreichen Kiefer, häufig Veranlassung zu einer in den Stock und den unteren Stammtheil emporsteigenden Wundfäule, besonders wenn auf den Wurzeln eine Humus- oder Moosdecke sich befindet, durch deren Feuchtigkeit die Zersetzung beschleunigt wird. Das faule Wurzelholz hat tief schwarzbraune Farbe, ist wasserreich und kann endlich bis in den Stock vollständig ausfaulen, wobei häufig saprophyte Pilze, wie Xenodochus ligniperda, betheiligt sind, auch oft Agaricus melleus sich einfindet.

bei Schälwunden,

4. Schälwunden. An Schälwunden, welche durch Wild verursacht werden, hat R. Hartig[4]) bei Fichten, abgesehen von einigen Fällen, in denen Parasiten (z. B. Polyporus vaporarius) sich angesiedelt hatten, keine weiteren Zersetzungsprocesse eintreten sehen, als eine von den Schälstellen ausgehende allerdings intensive Bräunung, aber keine merkliche Veränderung der technischen Eigenschaften des Holzes. Die Bräunung

[1]) Nach R. Hartig, l. c. pag. 70.
[2]) l. c. pag. 74.
[3]) l. c. pag. 73.
[4]) l. c. pag. 71.

erstreckt sich mehr oder weniger tief nach innen, und auch eine gewisse Strecke nach oben und unten im Stamme und giebt sich auf dem Querschnitte in Form von braunen Flecken oder Streifen zu erkennen. Selbst an einer im 25. Lebensjahre stark geschälten 115jährigen Fichte fand R. Hartig nur den 25jährigen Kern gebräunt bis in eine Entfernung von $3^1/_2$ Meter, während alles später gebildete Holz frei von Bräunung war. Uebereinstimmend damit sind auch Ratzeburg's[1]) Erfahrungen über die Folgen des Wildschälens an der Fichte; er beobachtete, daß wenn der schützende Harzüberzug durch Harzsammler von der Wundfläche abgekratzt wird, die Rothfäule stärker sich zeigt, als wenn dies nicht geschieht. An der Kiefer hat nach den übereinstimmenden Angaben der genannten beiden Schriftsteller wegen des Harzreichthums das Wildschälen keine eigentliche Wundfäule, nur geringe Bräunung des Schälkernes zur Folge. Nach R. Hartig[2]) verhalten sich die durch das Holzrücken entstehenden Schälwunden hinsichtlich der ihnen folgenden Zersetzungserscheinungen den eben genannten gleich, dagegen sind die durch Baumschlag und Anprällen entstehenden eigentlichen Quetschwunden viel gefährlicher, weil bei ihnen die gequetschte und absterbende Rinde auf der Wunde und mit der intacten Rinde im Zusammenhange bleibt und deshalb die letztere an der Bildung eines Ueberwallungswulstes verhindert. Es bleiben in Folge dessen diese Wunden nicht nur ohne Ueberwallung oder überwallen doch erst spät, sondern es bringt auch durch die vertrocknete und zerreißende Rinde Wasser zwischen diese und das Holz ein und veranlaßt Zersetzungen, weshalb die Wundfäule unter Quetschwunden weiter verbreitet zu sein pflegt als an offenen Wunden. Diese und ähnliche Verwundungen können, wenn sie in großer Ausdehnung oder in großer Zahl am unteren Stammende eines Baumes vorkommen, zu einem Ausfaulen und Hohlwerden des Stammes von unten aus führen, wie es an vielen alten Linden, die an verkehrsreichen Wegen stehen, wo sie ständig solchen Verletzungen ausgesetzt sind, zu sehen ist.

beim Harzen,

5. Harzen. Ueber die Zersetzungserscheinungen des Holzes, welche als Folgen des Harzens eintreten, liegen, abgesehen von den allgemeinen Erfahrungen, von denen oben schon die Rede war, genauere Beobachtungen nur von R. Hartig[3]) vor, die sich auf die Laachten bei der Fichte beziehen. Darnach trocknet der zuerst freigelegte Holzstreifen im Laufe der Jahre aus. Die Zersetzungserscheinungen, welche darnach eintreten, werden oft begünstigt durch die Larvengänge, welche Holzwespen im Holze anlegen. An einer seit 39 Jahren geharzten Fichte war der ganze Holz-

[1]) Waldverderbniß I. pag. 267.
[2]) l. c. pag. 72.
[3]) l. c. pag. 73.

körper außer den jüngeren Holzlagen am unteren Stammende gebräunt und stark zersetzt, und über den an den vier Seiten des Stammes angebrachten Laachten zog sich die Bräunung nach aufwärts 12 Meter hoch empor. Die Verschlechterung des Holzes durch das Harzen erhellt am deutlichsten aus der Thatsache, daß im Thüringer Wald in vielen Beständen die Nutzholzausbeute, die in nicht geharzten Beständen mindestens 70 Procent beträgt, in Folge der langjährigen Harznutzung auf 20—30 Procent vermindert ist.

bei Frostspalten

6. Frostspalten, die sich als radiale Spaltwunden des Holzkörpers darstellen und schwer oder nie durch Ueberwallung sich schließen, können Veranlassung zur Wundfäule geben, welche von der Wunde aus sich im Innern verbreitet (vergl. auch das Kapitel über Frostwirkungen). Besonders gilt dies von den Laubholzstämmen, während bei den Nadelhölzern die Frostspalte sich mit Harz erfüllt, welches conservirend wirkt.[1])

Krebs.

7. Krebs. Unter diesem Namen versteht man einen eigenthümlichen Krankheitszustand der Zweige und Stämme verschiedener Laubbäume, vorzüglich der Kernobstbäume, dessen hauptsächliche Charaktere einmal darin bestehen, daß es Wundstellen sind, bei denen der natürliche Heilungsproceß fortwährend durch Verwundungen der Ueberwallungsränder wieder gestört wird und die daher statt zu heilen immer größer werden, und zweitens darin, daß dabei die Cambiumschicht eine krankhafte Thätigkeit entfaltet, indem sie statt normales Holz ein Holparenchym in abnormer Menge erzeugt. Der so charakterisirte Krebs ist von allerlei anderen, frischeren oder älteren, mehr oder weniger in Heilung begriffenen Wunden, die man in der Praxis wol auch oft mit diesem Namen bezeichnet, hinreichend unterschieden. Es ist gewiß, daß der Krebs durch den Stich der Blutlaus als ein den Gallenbildungen verwandtes Produkt erzeugt wird, und in dieser Beziehung haben wir die Erscheinung im Abschnitte von den durch parasitische Thiere hervorgerufenen Krankheiten zu besprechen. Aber es scheint nach dem einstimmigen Urtheil der Pomologen eben so unzweifelhaft zu sein, daß Krebs, nämlich eine unter den obigen Begriff fallende Wunden- und Zersetzungserscheinung, auch durch andere Ursachen, nämlich durch mechanische Verletzungen, wenn diese sich an der nämlichen Stelle immer in derselben Weise wiederholen, hervorgerufen werden kann. Als solche in Krebs übergehende Wunden werden namentlich Frostrisse, die an gewissen Stellen der Zweige oder des Stammes auftreten, bezeichnet, so von Sorauer[2]) und von Göthe[3]). Andere wie Lucas[4]) betonen die

[1]) Vergl. Göppert, l. c. pag. 35.
[2]) Tageblatt d. Naturf. Versamml. zu Hamburg 1876.
[3]) Mittheilungen über den Krebs der Apfelbäume. Leipzig 1877.
[4]) Pomologische Monatshefte 1876, pag. 365.

Nothwendigkeit, daß man auch noch andere Veranlassungen annehmen müsse, um die Thatsache erklärlich erscheinen zu lassen, die man beobachtet haben will, daß Bäume, die mit krebsigen Reisern veredelt sind, selbst krebsig werden (Blutlaus?). Und überdies ist kaum irgend eine Veranlassung denkbar, die in der pomologischen Literatur nicht schon als Ursache des Krebses hingestellt worden wäre. Wieweit in solchen Fällen etwa die Blutlaus betheiligt gewesen ist, läßt sich natürlich nachträglich nicht mehr feststellen, und da die Krebsbildungen in der Regel erst im vorgeschrittenen Stadium bemerkt werden, so ist über ihre Veranlassung nichts sicheres mehr zu ermitteln; selbstverständlich erhalten sich diese Bildungen, wenn etwa die vorhandenen Blutläuse aus irgend einem Grunde umgekommen sind oder sich entfernt haben. Auch nach R. Hartig[1]) kommen an der Rothbuche durch Frostbeschädigungen krebsartige Krankheiten zur Entwickelung, die freilich mit denen der Apfelbäume nicht ganz identisch zu sein scheinen. Mir selbst ist nur der durch die Blutlaus erzeugte Krebs der Kernobstgehölze bekannt. Ueber diejenigen Krebsbildungen, welche man den Frostverletzungen zuschreibt und die darnach zu den Folgen der Verwundungen gehören würden, kann ich nur das referiren, was in der Literatur bis jetzt vorliegt. Sorauer[2]) unterscheidet zwei Formen von Krebsgeschwülsten an den Apfelbäumen, die beide von Frostbeschädigung herrühren sollen. Die „rosenartig offene" Krebsgeschwulst hat in der Regel eine bedeutende geschwärzte todte Holzmasse im Centrum liegen und diese von mehreren sehr dicken, zusammenhängenden, oft faltigen und zerklüfteten, in jedem Jahre terassenförmig zurückspringenden Wundrändern umgeben, so daß die ganze Wunde ein rosenähnliches Aussehen hat. Die Wundränder bestehen aus den sehr starken Ueberwallungswülsten, deren sich jedes Jahr ein neuer am äußeren Rande der inzwischen wieder abgestorbenen vorjährigen bildet. In den Ueberwallungswülsten ist der Holzkörper stark verdickt unter abnormer Wucherung von Holzparenchym, und diese Beschaffenheit des Holzes wird als die Ursache der leichten Verletzbarkeit durch Frost betrachtet, indem bei Frosteintritt die vorwiegend tangentiale Zusammenziehung der Gewebe an denjenigen Stellen am wenigsten Widerstand findet und Frostrisse veranlaßt, wo das Holz aus solchem Holzparenchym besteht. Die andere Form ist die „geschlossene Krebsgeschwulst"; diese stellt bei vollkommener Ausbildung eine in Folge der stetig wiederholten Ueberwallungen eine annähernd kugelige, berindete Holzwucherung dar, welche ähnlich wie Maserkröpfe den Zweigdurchmesser bisweilen um das

---

[1]) Tagebl. d. Naturf. Versamml. zu München 1877, pag. 207.

[2]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 199. und Tagebl. der Naturf. Versamml. zu Hamburg 1876.

Drei- bis Vierfache übertreffen und an ihrer abgeflachten Gipfelfläche ebenfalls im Centrum trichterförmig vertieft sind. Der Unterschied dieser zweiten Form beruht also hauptsächlich darauf, daß die Wundränder durch ihre Ueberwallung dicht gegen einander gewachsen sind. Sorauer beschreibt die ersten Anfänge dieser Bildungen als eine sanfte, mit eigener Rinde versehene Auftreibung, über welcher die alte Rinde gesprengt ist und welche lippenförmig gespalten erscheint; denn sie stellt zwei Ueberwallungsränder eines Spaltes dar, welcher bis auf das junge Holz gedrungen war und dort eine braune, todte Partie erkennen läßt. Um die Knospen und um die Basis der Zweige tritt diese Beschädigung vorzugsweise ein, wovon Sorauer den Grund in der an diesen Stellen größten Menge parenchymatischen Gewebes im normalen Holzringe sieht, der deshalb auch hier am leichtesten durch den Frost verwundet werden könne. Darum steht häufig in der Mitte einer offenen Krebswunde ein Zweigstumpf als kurzer brauner Zapfen. Die rosenartig offenen Krebswunden können, indem sie sich vergrößern, endlich den ganzen Stamm oder Zweig umklammern, worauf dieser oberhalb des Krebses abstirbt und vom Sturm gebrochen wird.

Krebs der Buchen.

Nach R. Hartig (l. c.) entsteht an Buchen und anderen Holzarten in Frostlagen der Frostkrebs durch die Einwirkung der Mai- und Junifröste. Es werden dadurch Zweige getödtet, und das Absterben pflanzt sich von der Basis derselben aus weiter fort, wodurch Krebsstellen rings um dieselbe entstehen. Am Rande der Krebsstelle bildet sich ein Ueberwallungswulst, und da die Rinde desselben anfänglich nur ein dünnes Periderm hat, so tödtet ein scharfer Frost, wenn die Cambialthätigkeit bereits erwacht ist, das wenig geschützte Cambium des Krebsrandes; daher vergrößert sich die kranke Stelle im ganzen Umfange. Außerdem nimmt Hartig an den Buchen als Ursache des Krebses ebenfalls Pflanzenläuse und in einem sogleich zu erwähnenden Falle auch Schmarotzerpilze an.

Pilze in Begleitung des Krebses.

An den abgestorbenen Rindetheilen der Krebsstellen der Obstbäume siedelt sich sehr häufig ein Kernpilz, Nectria, an, dessen purpurrothe, polsterförmige, stecknadelkopfgroße oder größere Conidienstromata, früher mit dem Gattungsnamen Tubercularia bezeichnet, besonders zur Winterszeit aus den genannten Theilen in Menge hervorbrechen. Wenn man das anderweite Vorkommen dieser sehr gemeinen Pilze, die sich immer nur an schon abgestorbenen Zweigen oder Stammtheilen zeigen, hiermit vergleicht, so muß man Sorauer's Ansicht, der sie auch beim Krebs nur als secundäre Erscheinungen, als Fäulnißbewohner betrachtet, für sehr wahrscheinlich halten. R. Hartig (l. c.) hingegen, welcher auch beim Krebs der Rothbuche solche Pilze (Nectria ditissima *Tul.*) beobachtete, hält diese für wahre Parasiten und in den Fällen, wo sie vorkommen,

Nothwendigkeit, daß man auch noch andere Veranlassungen annehmen müsse, um die Thatsache erklärlich erscheinen zu lassen, die man beobachtet haben will, daß Bäume, die mit krebsigen Reisern veredelt sind, selbst krebsig werden (Blutlaus?). Und überdies ist kaum irgend eine Veranlassung denkbar, die in der pomologischen Literatur nicht schon als Ursache des Krebses hingestellt worden wäre. Wieweit in solchen Fällen etwa die Blutlaus betheiligt gewesen ist, läßt sich natürlich nachträglich nicht mehr feststellen, und da die Krebsbildungen in der Regel erst im vorgeschrittenen Stadium bemerkt werden, so ist über ihre Veranlassung nichts sicheres mehr zu ermitteln; selbstverständlich erhalten sich diese Bildungen, wenn etwa die vorhandenen Blutläuse aus irgend einem Grunde umgekommen sind oder sich entfernt haben. Auch nach R. Hartig[1]) kommen an der Rothbuche durch Frostbeschädigungen krebsartige Krankheiten zur Entwickelung, die freilich mit denen der Apfelbäume nicht ganz identisch zu sein scheinen. Mir selbst ist nur der durch die Blutlaus erzeugte Krebs der Kernobstgehölze bekannt. Ueber diejenigen Krebsbildungen, welche man den Frostverletzungen zuschreibt und die darnach zu den Folgen der Verwundungen gehören würden, kann ich nur das referiren, was in der Literatur bis jetzt vorliegt. Sorauer[2]) unterscheidet zwei Formen von Krebsgeschwülsten an den Apfelbäumen, die beide von Frostbeschädigung herrühren sollen. Die „rosenartig offene" Krebsgeschwulst hat in der Regel eine bedeutende geschwärzte todte Holzmasse im Centrum liegen und diese von mehreren sehr dicken, zusammenhängenden, oft faltigen und zerklüfteten, in jedem Jahre terassenförmig zurückspringenden Wundrändern umgeben, so daß die ganze Wunde ein rosenähnliches Aussehen hat. Die Wundränder bestehen aus den sehr starken Ueberwallungswülsten, deren sich jedes Jahr ein neuer am äußeren Rande der inzwischen wieder abgestorbenen vorjährigen bildet. In den Ueberwallungswülsten ist der Holzkörper stark verdickt unter abnormer Wucherung von Holzparenchym, und diese Beschaffenheit des Holzes wird als die Ursache der leichten Verletzbarkeit durch Frost betrachtet, indem bei Frosteintritt die vorwiegend tangentiale Zusammenziehung der Gewebe an denjenigen Stellen am wenigsten Widerstand findet und Frostrisse veranlaßt, wo das Holz aus solchem Holzparenchym besteht. Die andere Form ist die „geschlossene Krebsgeschwulst"; diese stellt bei vollkommener Ausbildung eine in Folge der stetig wiederholten Ueberwallungen eine annähernd kugelige, berindete Holzwucherung dar, welche ähnlich wie Maserkröpfe den Zweigdurchmesser bisweilen um das

---

[1]) Tagebl. d. Naturf. Versamml. zu München 1877, pag. 207.

[2]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 199. und Tagebl. der Naturf. Versamml. zu Hamburg 1876.

Drei- bis Vierfache übertreffen und an ihrer abgeflachten Gipfelfläche ebenfalls im Centrum trichterförmig vertieft sind. Der Unterschied dieser zweiten Form beruht also hauptsächlich darauf, daß die Wundränder durch ihre Ueberwallung dicht gegen einander gewachsen sind. Sorauer beschreibt die ersten Anfänge dieser Bildungen als eine sanfte, mit eigener Rinde versehene Auftreibung, über welcher die alte Rinde gesprengt ist und welche lippenförmig gespalten erscheint; denn sie stellt zwei Ueberwallungsränder eines Spaltes dar, welcher bis auf das junge Holz gedrungen war und dort eine braune, todte Partie erkennen läßt. Um die Knospen und um die Basis der Zweige tritt diese Beschädigung vorzugsweise ein, wovon Sorauer den Grund in der an diesen Stellen größten Menge parenchymatischen Gewebes im normalen Holzringe sieht, der deshalb auch hier am leichtesten durch den Frost verwundet werden könne. Darum steht häufig in der Mitte einer offenen Krebswunde ein Zweigstumpf als kurzer brauner Zapfen. Die rosenartig offenen Krebswunden können, indem sie sich vergrößern, endlich den ganzen Stamm oder Zweig umklammern, worauf dieser oberhalb des Krebses abstirbt und vom Sturm gebrochen wird.

Krebs der Buchen.

Nach R. Hartig (l. c.) entsteht an Buchen und anderen Holzarten in Frostlagen der Frostkrebs durch die Einwirkung der Mai- und Junifröste. Es werden dadurch Zweige getödtet, und das Absterben pflanzt sich von der Basis derselben aus weiter fort, wodurch Krebsstellen rings um dieselbe entstehen. Am Rande der Krebsstelle bildet sich ein Ueberwallungswulst, und da die Rinde desselben anfänglich nur ein dünnes Periderm hat, so tödtet ein scharfer Frost, wenn die Cambialthätigkeit bereits erwacht ist, das wenig geschützte Cambium des Krebsrandes; daher vergrößert sich die kranke Stelle im ganzen Umfange. Außerdem nimmt Hartig an den Buchen als Ursache des Krebses ebenfalls Pflanzenläuse und in einem sogleich zu erwähnenden Falle auch Schmarotzerpilze an.

Pilze in Begleitung des Krebses.

An den abgestorbenen Rindetheilen der Krebsstellen der Obstbäume siedelt sich sehr häufig ein Kernpilz, Nectria, an, dessen purpurrothe, polsterförmige, stecknadelkopfgroße oder größere Conidienstromata, früher mit dem Gattungsnamen Tubercularia bezeichnet, besonders zur Winterszeit aus den genannten Theilen in Menge hervorbrechen. Wenn man das anderweite Vorkommen dieser sehr gemeinen Pilze, die sich immer nur an schon abgestorbenen Zweigen oder Stammtheilen zeigen, hiermit vergleicht, so muß man Sorauer's Ansicht, der sie auch beim Krebs nur als secundäre Erscheinungen, als Fäulnißbewohner betrachtet, für sehr wahrscheinlich halten. R. Hartig (l. c.) hingegen, welcher auch beim Krebs der Rothbuche solche Pilze (Nectria ditissima *Tul.*) beobachtete, hält diese für wahre Parasiten und in den Fällen, wo sie vorkommen,

für die Ursache des Krebses. Bei diesem Stande der Sache halte ich die Krebsfrage, soweit andere Ursachen als Pflanzenläuse genannt werden, gegenwärtig noch keineswegs für abgeschlossen.

D. Behandlung der Wunden.

Behandlung der Wunden.

Die Wunden krautartiger und succulenter Pflanzen können einer künstlichen Behandlung zur Beförderung ihrer Heilung nicht wol unterliegen, da ein Eingriff in solche Theile sich von selbst verbietet. Das Verfahren muß sich hier mehr auf die Prophylaxis etwaiger Wundfäule, also auf möglichste Vermeidung übermäßiger Feuchtigkeit beschränken, und ergiebt sich das in dieser Beziehung zu Thuende von selbst aus dem, was oben bei der Wundfäule der in Rede stehenden Pflanzen bemerkt worden ist.

Behandlung der Wunden der Holzpflanzen.

Wol aber unterzieht man die Wunden der Holzpflanzen einer kunstgerechten Behandlung. Auch diese verdient, wie oben hervorgehoben, nicht etwa die Bezeichnung einer künstlichen Heilung, sondern besteht nur in einer Beförderung und Beschleunigung des natürlichen Heilungsprocesses und in einer Verhütung der Wundfäule.

Die diesbezüglichen Maaßregeln können sich zunächst darauf erstrecken, daß die Wunden, die man den Pflanzen nothwendig beibringen muß, wie beim Schnitt und beim Ausästen, in einer Form gemacht werden, welche jenen Zweck am besten erreicht. Es genügt, diese Regeln hier kurz anzudeuten, da die theoretische Begründung derselben in den vorhergehenden Artikeln zu finden ist. Trockenäste müssen rechtzeitig entfernt werden. Dünnere Trockenäste fallen, ohne bemerkenswerthe Schäden zu hinterlassen, von selbst ab. Die Wegnahme lebender Aeste darf ebenso wie die Trockenästung nur zur Zeit der Vegetationsruhe, nicht in der Saftzeit vorgenommen werden; jede Aestung vom Ende März bis Mitte September ist zu verwerfen. Das Entfernen der Aeste muß bei Trocken- wie bei Grünästung in der Weise geschehen, daß man die Basis des Astes glatt am Stamme absägt. Dabei ist es nöthig, zuerst von unten einzuschneiden, dann durch Unterstützung des Astes zu verhindern, daß derselbe sich früher senkt, bis er von oben völlig durchschnitten ist, und ihn dann etwas vom Baume abzustoßen. Die Schnittfläche muß glatt gesägt sein, jede splittrige Wunde ist nachtheilig. Ebenso müssen alle horizontalen Schnittflächen vermieden werden. Bei der viel ventilirten Frage der Eichenästung ist auch die zulässige Größe der Wundfläche erörtert worden, weil je später die Wunde durch Ueberwallung sich schließt, die Wundfäule desto mehr um sich greift. Göppert[1]) unterscheidet drei Grade der Dauer des

---

[1]) Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume, pag. 59—67.

Eichenholzes nach derartigen Verwundungen: 1. Grad: Schnittfläche von 3—5 Cm. Durchmesser, erforderliche Zeit der Ueberwallung 4—8 Jahre, Folgen: Bräunung nahe der Schnittfläche. 2. Grad: Schnittfläche von 10—15 Cm. Durchmesser, Ueberwallung nach 10—15 Jahren, Folgen: umfangreiche Schwärzung des Astkegels bis tief in das Stammholz. 3. Grad: Schnittfläche 15—20 Cm., Ueberwallung nach 15 bis 20 Jahren, Folgen: Steigerung aller genannten Symptome in bedenklichem Grade, zuletzt Fäulniß, welche jeden Gebrauch zu Nutzholzzwecken ausschließt. R. Hartig[1]) bezeichnet als äußerstes zuläſſiges Maaß bei Eichenäſtung Wundflächengrößen von 10—12 Cm. Durchmesser.

Schneiden der Wunden.

Unter Umständen kann es gerathen sein, eine Wunde noch weiter zu schneiden, wenn sie nämlich von einer Art ist, welche ihre natürliche Heilung sehr erschwert und Zersetzungserscheinungen begünstigt; sie muß dann in eine Form gebracht werden, in welcher jene Nachtheile möglichst vermieden sind; über das Wie hat der specielle Fall zu entscheiden. Und um gewisse Fehler und chronische Wunden zu beseitigen, wie Maserkröpfe, Krebsstellen, Gummiflüsse u. dgl., ist es nöthig, bis ins gesunde Holz zu schneiden, um eine zwar größere, aber leichter durch Ueberwallung sich schließende Wunde zu erzeugen.

Theerung und Baumkitt.

Die Wundflächen des Holzes können durch conservirende Mittel vor Wundfäule geschützt werden. Bei den Nadelhölzern ist, wie schon erwähnt, der Harzüberzug, mit der sich die Wunden des Holzkörpers bedecken, eine natürliche Wundsalbe von vorzüglichster Wirkung. Bei den Laubhölzern ersetzt die künstliche Theerung mit Steinkohlentheer den Harzüberzug der Nadelhölzer. R. Hartig[2]) berichtet, daß der Theer, soweit er direkt vordringt, zwar die Zellen tödtet, aber sie vor Zersetzung schützt, und daß in unmittelbarster Nachbarschaft einer mit Theer gefüllten Holzfaser sich lebendes Holzparenchym befindet, zum Beweise, daß nicht eine tiefergehende nachtheilige Wirkung des Theers stattfindet. Die günstigste Zeit für die Operation ist der Winter; der Theer dringt dann sofort in alle geöffneten Organe des Holzkörpers bis auf mehrere Mm., in den Gefäßen der Eiche zuweilen bis 1 Cm. tief ein. Im Frühling und Sommer dagegen dringt er, da die hervortretende Feuchtigkeit störend dazwischen tritt, nicht nur nicht in die Schnittfläche ein, sondern er haftet selbst äußerlich nur schlecht und erzeugt einen mangelhaften Verschluß. Nach R. Hartig bräunen sich bei allen Aestungen zur Saftzeit trotz der Theerung die Schnittflächen nachträglich 1—2 Cm. tief, während im Winter oder Spätherbst geästete und gut getheerte Flächen sich oft bis an die 1—2 Mm. tief eingedrungene

---

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 142.
[2]) l. c. pag. 139.

Theerschicht vollständig gesund erhalten; selbst nach 70 Jahren und bei einer Wundflächengröße von 10 Cm. Durchmesser ist nicht die geringste Veränderung wahrzunehmen gewesen. Schaden können nur gewisse parasitische Pilze bringen, wenn sie vor der Theerung die Wundfläche befallen haben. Außerdem sind noch verschiedene Arten von Baumkitt und Baumwachs in Gebrauch, deren Wirkung immer auf dasselbe, d. h. auf conservirende Kraft und Haltbarkeit hinauskommt. Gewöhnliche Recepte dazu sind: 1/2 Kilo Colophonium geschmolzen und mit 1/4 Kilo Spiritus und 2 Theelöffel Collodium vermengt, oder einfach 1/2 Kilo Weißpech und 1/8 Kilo Spiritus.

Behandlung hohler Bäume.

Hohle Bäume füllt man mit Steinen aus und verschmiert die Oeffnung mit Lehm. Der in manchen Gegenden herrschende Gebrauch, die hohlen Weiden auszubrennen, um der Fäule im Innern Einhalt zu thun, schützt wol für einige Zeit; aber abgesehen von der Beschädigung, die dadurch leicht die lebenden Theile des Baumes erleiden, wird der Stamm dadurch zu schwach, um stärkeren Stürmen widerstehen zu können. An den ältesten bekannten Linden, die wegen des enormen Umfanges ihrer freilich ganz hohlen Stämme berühmt sind, findet man wol die Defecte des Stammes zugemauert und die stärksten Aeste durch einen Unterbau von hölzernen oder steinernen Pfeilern gestützt.

---

3. Abschnitt.

Krankheiten, welche durch Einflüsse der anorganischen Natur hervorgebracht werden.

Erstes Kapitel.

Wirkungen des Lichtes.

Wirkungen des Lichtes.

Mehrere Lebensprocesse der Pflanze sind vom Lichte derart abhängig, daß sie bei dauernder Dunkelheit unterbleiben oder geschwächt werden, zum Theil auch schon bei geringer Helligkeit nicht mit normaler Lebhaftigkeit erfolgen, so daß unter solchen Umständen krankhafte Zustände sich ergeben. Es leiden durch Lichtmangel bei chlorophyllhaltigen Pflanzen: die Bildung des Chlorophylls, die Erzeugung der für die normale Ausbildung der Zellen erforderlichen Cellulose und die Assimilation der Kohlensäure und des Wassers in den chlorophyllhaltigen Zellen. Die übrigen bekannten Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation, insbesondere auf die Bewegungen des Protoplasmas und der Chlorophyllkörner, auf die heliotropischen Bewegungen, sowie auf die Gewebespannungen und die

mit diesen zusammenhängenden Bewegungen, haben kein pathologisches Interesse.

I. Störung der Chlorophyllbildung.

Störung der Chlorophyllbildung durch Dunkelheit.

In dauernder Dunkelheit unterbleibt die Bildung des Chlorophylls, dem die Pflanze ihre grüne Farbe verdankt. Wenn im Finstern Samen keimen, Knollen, Zwiebeln und Rhizome austreiben, Knospen sich entfalten, so bleiben alle neugebildeten Theile gelb oder ganz bleich. Man bezeichnet diese Krankheit, bei welcher übrigens meist auch gewisse Abweichungen in der Gestalt und sonstigen Beschaffenheit der Organe eintreten, von denen unten die Rede sein wird, als Vergeilen, Verschnaken, Verspillern, Etioliren (étiolement). Dabei sind jedoch die aus protoplasmatischer Substanz gebildeten Chlorophyllkörner im Protoplasma der Zellen im farblosen Zustande vorhanden; es fehlt ihnen nur der durch Alkohol ausziehbare eigentliche Farbstoff, das Chlorophyll. Daß diese Krankheit eine Folge des Lichtmangels ist, ergiebt sich daraus, daß etiolirte Pflanzen, an's Licht gebracht, in kurzer Zeit ergrünen, vorausgesetzt, daß die Temperatur gewisse Grenzen nicht überschritten hat (siehe zweites Kapitel). Chlorophyllbildung geschieht noch bei äußerst schwacher Beleuchtung, erst völlige Dunkelheit verhindert sie. Jedoch erfolgt die Ergrünung rascher und die Pflanzen werden dunkler grün als im Halbdunkel, wenn die Lichtintensität sich mehr der Tageshelle nähert. In direktem Sonnenlicht geschieht die Ergrünung dagegen etwas langsamer als im diffusen Tageslicht[1]). In dieser Wirkung kann das Sonnenlicht auch durch Lampenlicht oder elektrisches Licht ersetzt werden. Auch jeder der einzelnen farbigen Strahlen des Sonnenspectrums bewirkt Ergrünung, indessen sind die minder brechbaren Strahlen, welche dem Auge roth, orange, gelb und grün erscheinen, wirksamer als die stark brechbaren blauen und violetten[2]). Bei allen bisher darauf untersuchten Algen, Moosen und Angiospermen ist die Ergrünung von der Einwirkung des Lichtes abhängig. Eine Ausnahme machen die Keimpflanzen der Nadelhölzer[3]) und die Wedel der Farne[4]), welche auch in tiefster Finsterniß ihr Chlorophyll ausbilden. Dagegen etioliren Laubsprosse der Nadelhölzer, z. B. von Taxus baccata und von Pinus Picea im Dunkeln in der gewöhnlichen Weise. Die Wirkung des Lichtes auf die Chlorophyllbildung ist an der Pflanze local. Das Etioliren ist nicht die Folge eines durch Lichtmangel erzeugten krankhaften Allgemeinzustandes. Denn es ergrünen

---

[1]) Famintzin, Mélanges biologiques. Pétersbourg 1866. T. VI. pag. 94.

[2]) Vergl. Sachs, Wirkungen farbigen Lichtes auf Pflanzen. Bot. Zeitg. 1864.

[3]) Sachs, Lotos (Prag 1859), Flora 1862 und 1864, v. Mohl, Bot. Zeitg. 1861 pag. 258.

[4]) Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 10.

diejenigen einzelnen Stellen einer übrigens gegen Licht abgeschlossen Pflanze, zu welchen dem Licht Zutritt gestattet wird, und an etiolirten Pflanzen, die man der Beleuchtung aussetzt, bleiben diejenigen Stellen bleich, die man durch Umlegen undurchsichtiger Hüllen vor Beleuchtung schützt[1]).

Auch die Erhaltung des einmal gebildeten Chlorophylls in der Pflanze ist von der Einwirkung des Lichtes abhängig. Wenn man ganze Pflanzen mit grünen Blättern in's Dunkle setzt oder auch nur ein Blatt allein oder einen Theil eines solchen mit einer undurchsichtigen Hülle umgiebt, so werden die der Beleuchtung entzogenen grünen Theile bald gelbfleckig und endlich ganz gelb. Hierbei wird aber nicht blos das Chlorophyll zerstört, sondern auch das Chlorophyllkorn vollständig aufgelöst und es entstehen in der Zelle als Desorganisationsprodukte kleine, fettartige, gelbe Körnchen. Solche Zellen vermögen bei erneuter Beleuchtung keine Chlorophyllkörner wieder zu erzeugen, vielmehr schreitet das Absterben solcher Theile in ähnlicher Weise wie nach der normalen herbstlichen Entfärbung weiter fort. Die einzelnen Pflanzenarten sind hierin in verschiedenem Grade empfindlich: die meisten Mono- und Dikotyledonen, besonders die krautartigen Landpflanzen, wie hauptsächlich Leguminosen, Gramineen u. a. zeigen die Erkrankung schon, wenn sie in Zimmern entfernt vom Fenster ihren Stand haben oder im Freien in tiefer Beschattung unter anderen Pflanzen stehen. Viel widerstandsfähiger sind diejenigen, welche im tiefen Waldesschatten und in düsteren Schluchten zu wachsen pflegen, wie manche Moose und Farne, welche selbst in sehr schwachem Lichte grün bleiben. Pflanzen mit lederartigen oder fleischigen, lange dauernden, immergrünen Theilen behalten ihr Chlorophyll sehr lange in der Dunkelheit, obgleich die während dieser Zeit etwa neugebildeten Sprosse etioliren, z. B. Selaginella 4—5 Monate[2]), Coniferen und andere immergrüne Pflanzen, die man Winters einzuschlagen pflegt, während des ganzen Winters. Aehnliches zeigen die Succulenten; so blieb Cactus speciosus während dreimonatlicher Verdunkelung grün[2]). Endlich scheinen auch Wasserpflanzen große Widerstandsfähigkeit zu haben: die mehrmonatliche Dunkelheit des Winters der Polarländer schadet den Meeresalgen daselbst nicht[3]). Elodea canadensis erhielt ich 6 Wochen lang im Dunkeln unverändert grün mit Ausnahme der in dieser Zeit neugebildeten Theile, welche vollständig etiolirt waren. Spirogyren dagegen verlieren ihr Chlorophyll im Dunkeln bald[4]).

[1]) Sachs, Flora 1862, pag. 214.
[2]) Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 15.
[3]) Vergl. Bot. Zeitg. 1875, pag. 771.
[4]) Famintzin, l. c.

Störung der Chlorophyllbildung durch intensives Licht.

Andererseits wird auch durch sehr intensives Licht bei längerer Einwirkung das Chlorophyll beschädigt. Batalin[1]) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß die Chlorophyllkörner im direkten Sonnenlicht blaßgrün, bei manchen Coniferen sogar gelb werden und die Blätter daher unter diesen Umständen dieselbe Verfärbung zeigen, daß diese aber bei Dämpfung des Lichtes nach einer Anzahl von Tagen wieder in die rein grüne Färbung übergeht. Böhm[2]) hat sogar eine tiefere Zerstörung durch sehr intensives Licht an den Blättern der Feuerbohne bemerkt: dieselben wurden dadurch zuerst gebleicht, dann gebräunt, endlich ganz zerstört, wobei an den gebräunten Stellen die Mesophyllzellen der insolirten Blattseiten mit einer braunen Substanz erfüllt waren. Die schädliche Wirkung intensiven Sonnenlichtes auf die untere Blattseite war übrigens schon Bonnet[3]) bekannt. Mancherlei Vorkommnisse an unserer Sommervegetation sind Belege für verschiedengradige Wirkungen starken Sonnenlichtes auf grüne Pflanzentheile. In den natürlichen Richtungen der chlorophyllhaltigen Organe, sowie in ihrer verschiedenartigen Bekleidung und Bedeckung und besonders auch in den natürlichen Standorten der Pflanzenarten sind Schutzmittel gegen die schädliche Wirkung zu intensiven Lichtes zu erkennen[4]). Diese chlorophyllzerstörende Wirkung des Lichtes wird durch die hellleuchtenden Strahlen des Spectrums am kräftigsten ausgeübt, ebenso wie die chlorophyllbildende Wirkung desselben, aber es ist zu jener ein viel größerer Helligkeitsgrad nöthig, als zu dieser[5]). — Dem Blasserwerden grüner Blätter im direkten Sonnenlichte kann aber auch ein anderer, nicht eigentlich pathologischer Vorgang zu Grunde liegen. Die vorübergehende Entstehung dunkelgrüner Schattenbilder auf hellgrünem Grunde, wenn man um Blätter, die von der Sonne beschienen werden, Bleistreifen legt, oder das abwechselnde Heller- und Dunklerwerden grüner

[1]) Bot. Zeitg. 1874. Nr. 28. Vergl. auch Askenasy, Bot. Zeitg. 1875, Nr. 28.

[2]) Landwirthsch. Versuchs-Stationen 1877, pag. 463.

[3]) Nutzen der Blätter bei den Pflanzen. Uebersetzung von Arnold. Nürnberg 1762, pag. 52.

[4]) Wiesner, Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls. Wien 1876.

[5]) Wiesner, Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll (Sitzungsb. d. k. k. Akad. der Wissensch. 16. April 1874, pag. 56). — Im Obigen sind nur die Thatsachen, die sich auf Einwirkung des Lichtes beziehen, soweit dieselbe pathologischen Charakters ist, aufgezählt. Die physiologische Erörterung der Sache, insbesondere der von Wiesner am vorstehend citirten Orte zur Erklärung aller dieser Erscheinungen aufgestellten Ansicht, wonach das Chlorophyll in der lebenden Pflanze durch das Licht nicht blos gebildet, sondern auch gleichzeitig aufgelöst wird, und somit immer nur die Differenz beider Mengen vorhanden ist, muß hier ausgeschlossen bleiben.

Blätter, wenn sie abwechselnd hellem Sonnenlicht und Schatten ausgesetzt werden, beruhen nur auf den Lagenveränderungen, welche die Chlorophyllkörner unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen in den Zellen erleiden und welche von den stark brechbaren Strahlen des Sonnenspectrum bewirkt werden, während die hellleuchtenden gelben und rothen Strahlen hierbei wie Dunkelheit wirken[1]).

Im Anschluß hieran sei noch bemerkt, daß die **Färbung der Blüten** durch Lichtmangel im Allgemeinen nicht beeinträchtigt wird, wie schon **Sachs**[2]) gelehrt hat; jedoch bleiben die purpurrothen und violetten Theile der Blumenkronen mancher Pflanzen nach **Askenasy**[3]) im Dunkeln blasser oder ganz farblos, was ich für Pulmonaria officinalis bestätigen kann. Auch die durch **geröthete** Zellsäfte bedingte Rothfärbung mancher Früchte, wie das Rothbäckigwerden der Aepfel, findet nur am Lichte statt.

II. Störung der Assimilation.

Störung der Assimilation.

Die Assimilation, d. h. die Erzeugung organischer Verbindungen aus den pflanzlichen Nährstoffen Kohlensäure und Wasser in der chlorophyllhaltigen Pflanze besteht in der Zersetzung der aufgenommenen Kohlensäure in den grünen Pflanzentheilen, die sich durch Abscheidung von Sauerstoffgas äußerlich bemerkbar macht, und in der Bildung von Stärkemehl in den Chlorophyllkörnern. Auch diese beiden Vorgänge werden, wie die Pflanzenphysiologie lehrt, vom Lichte hervorgerufen, vorausgesetzt, daß die Temperatur gewisse Grenzen (s. zweites Kapitel) nicht überschreitet. Von pathologischem Interesse ist diese Abhängigkeit vom Lichte wegen ihrer möglichen Folgen. Denn Pflanzen, welche nicht assimiliren, produciren keine neue vegetabilische Substanz. Wenn man Samen der Chlorophyllpflanzen im Dunkeln keimen läßt, so entwickelt sich eine Anzahl Wurzeln, Stengelinternodien und Blätter; aber nach einiger Zeit steht die Produktion still, sobald nämlich alle Reservenährstoffe, welche der Samen enthielt, verbraucht sind. Wägungen zeigen, daß die Trockensubstanz solcher Kümmerlinge geringer ist als die der Samen vor der Keimung, weil die Pflanze nicht nur keine neue organische Substanz bilden konnte, sondern

---

[1]) **Böhm**, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1857, pag. 510. — **Sachs**, Berichte d. mathem. phys. Kl. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1859 und Experimentalphysiologie, pag. 16. — **Famintzin**, Jahrb. f. wiss. Bot. IV. pag. 49. — **Borodin**, Mélanges biologiques. Pétersb. T. VI. 1867. — **Prillieux**, Compt. rend. 1870, pag. 60. — **Frank**, Bot. Zeitg. 1871 Nr. 14 und 15 und Jahrb. f. wiss. Bot. VIII., pag. 216.

[2]) Experimentalphysiologie pag. 17.

[3]) Bot. Zeitg. 1876, Nr. 1 und 2.

auch durch Athmung einen Theil derselben verlor[1]). Wenn die Keimung im Lichte stattgefunden hat, und die Pflanzen am Ende derselben, wo die Reservenährstoffe des Samens erschöpft sind, ins Dunkle gebracht werden, so findet keine weitere Entwickelung statt. Haben die Pflanzen aber eine Zeit lang am Lichte gelebt und assimilirt, so reichen die erzeugten Stoffe hin, um im Dunkeln neue etiolirte Organe zu bilden, so lange bis jene aufgezehrt sind, worauf die weitere Entwickelung ebenfalls stillsteht. Bleiben solche Pflanzen noch länger im Finstern, so sterben sie endlich in Folge der Verzehrung, welcher die organische Substanz bei der fortdauernden Athmung anheimfällt. Werden sie aber vorher wieder ans Licht gebracht, so könnnen sie ergrünen, assimiliren und die Vegetation von neuem fortsetzen. Obiges gilt in gleicher Weise von denjenigen Pflanzen, welche auch in der Dunkelheit Chlorophyll erzeugen oder dasselbe nicht verlieren.

Wirkungen der Helligkeitsgrade.

Diejenige geringe Helligkeit, welche zur Bildung des Chlorophylls hinreicht, genügt zur Assimilation nicht. Im Allgemeinen ist schon im diffusen Tageslicht innerhalb eines Zimmers die Ausscheidung von Sauerstoffblasen außerordentlich gering, während sie in direktem Sonnenlichte sehr lebhaft ist; sie scheint überhaupt der Lichtintensität nahezu proportional zu sein[2]). Und Stärkemehl bildet sich in den Chlorophyllkörnern nach vorheriger Verdunkelung der Pflanze bei Funaria in diffusem Licht binnen 6 Stunden, im direkten Sonnenlicht in 2 Stunden, bei Spirogyra in diffusem Licht nach 2 Stunden, im Sonnenlicht schon nach 5 Minuten; ähnlich bei Elodea, Lepidium, Betula[3]). Daher ist schon in der Helligkeit eines Zimmers die Verminderung der Produktion bei vielen Pflanzen merklich. Diese schädliche Wirkung wird in ihrer Abstufung nach dem Helligkeitsgrade und der Beleuchtungsdauer sehr anschaulich gemacht durch folgende Resultate der von Sachs[4]) mit Tropaeolum majus angestellten Versuche, bei denen die Pflanzen in Töpfen mit derselben Gartenerde in einem und demselben Zimmer erwuchsen. Nr. I blieben beständig in einem finsteren Raum; Nr. II wurden hinter das die beiden Westfenster trennende Mauerstück gestellt, wo sie nur schwaches Zimmerlicht erhielten; Nr. III standen täglich von morgens 6 Uhr bis mittags 1 Uhr an einem Westfenster, die übrige Zeit im finstern Raum; Nr. IV täglich von 1 Uhr Mittag bis morgens 6 Uhr an demselben Westfenster, die übrige Zeit im Dunkeln; Nr. V blieben beständig am Westfenster. 4 Samen bei 110° getrocknet, ohne Hüllen = 0,394 Grammen.

[1]) Boussingault, Compt. rend. 1864, pag. 883. — Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 20.

[2]) Wolkoff, Jahrb. f. wiss. Bot. V, pag. 1.

[3]) Kraus, Jahrb. f. wiss. Bot. VII, pag. 511.

[4]) Experimentalphysiologie, pag. 21—23.

No.	4 Pflanzen bei 110° getrocknet, in Grammen.	Allgemeinzustand der Pflanze.	Mittlere Stammlänge einer Pflanze.	Zahl der Blätter einer Pflanze.	Zahl der Blütenknospen.	Zahl der offenen Blüten.	Zahl der verwelkten Blüten.	Zahl der Früchte.
			Cm.					
I.	0,238	Nach 25 Tagen verdorben.	48	4	0	0	0	0
II.	0,264	Nach 25 Tagen verdorben.	38	6	0	0	0	0
III.	5,220	Nach 62 Tagen noch am Leben.	58	176	wenige verdorbene.	0	0	0
IV.	5,209	Nach 62 Tagen noch am Leben.	65	147	wenige verdorbene.	0	0	0
V.	20,299	Nach 62 Tagen noch am Leben.	173,8	265	46	18	71	13

In ähnlichem Grade lichtbedürftig sind die meisten unserer landwirthschaftlichen Culturgewächse; sie zeigen unter den gleichen Verhältnissen dieselben krankhaften Zustände. Pflanzen dagegen, welche an tief schattigen Standorten zu wachsen pflegen, werden durch die geringe Helligkeit noch nicht geschädigt; ihre Assimilation findet dabei noch hinreichend lebhaft statt, wie ihre normale Entwickelung beweist. Dies gilt besonders von den im Waldesschatten wachsenden Moosen und Farnkräutern. Selbst nahe verwandte Arten sind ungleich empfindlich gegen schwächere Helligkeitsgrade: z. B. verträgt die Fichte die Beschattung durch Hochwald leicht, die Kiefer nicht. Die Empfindlichkeit gegen zu grelles Licht beruht dagegen wol überall auf der Zerstörung des Chlorophylls durch intensives Licht (s. pag. 163).

Wirkungen der Lichtfarben.

Die einzelnen Lichtfarben sind von sehr ungleichen Wirkungen auf die Assimilation[1]). Die Zersetzung der Kohlensäure ist im weißen Lichte stärker als in irgend einem farbigen Lichte, weil in dem ersteren die combinirte Wirkung aller einzelnen farbigen Strahlen zum Ausdruck kommt. Die relativen Wirkungen der einzelnen Farben des Sonnenspectrums aber auf die Zersetzung der Kohlensäure lassen sich durch folgende Zahlen ausdrücken, welche das Quantum der in gleichen Zeiten zersetzten Kohlensäure bedeuten.

Roth	25,4
Orange.	63,0
Gelb	100,0
Grün	37,2

[1]) Draper, Ann. de chimie et de physique 1844, pag. 214. — Sachs, Bot. Zeitg. 1864. — Pfeffer, Arbeiten des bot. Inst. Würzburg. I. pag. 48.; Bot. Zeitg. 1872, Nr. 23.

Blau	22,1
Indigo	13,5
Violett	7,1.

Die ultravioletten chemischen Strahlen sind ohne Wirkung. Die Stärkebildung in Chlorophyll (von Spirogyra, Funaria, Elodea) erfolgt auch im gelben Lichte, ist aber im blauen sehr gering[1]). Darum finden auch im blauen Lichte nach vollendeter Keimung kein Wachsthum und keine Stoffproduktion statt, während dies im gelben noch geschieht[2]).

Unschädlichkeit des Lichtmangels.

Aus der Abhängigkeit der Assimilation von der Beleuchtung erklärt sich, warum chlorophyllose, also nicht Kohlensäure zersetzende Pflanzen durch constante Dunkelheit nicht leiden, wie dies die Entwickelung der Schimmelpilze in dunklen Räumen, das unterirdische Vorkommen der Trüffeln, die Cultur der Champignons in Kellern und Bergwerken beweisen, und warum für die nicht grünen Theile chlorophyllhaltiger Pflanzen die unmittelbare Einwirkung des Lichtes keine Lebensbedingung ist. Ebenso ist Lichtmangel unschädlich für die grünen Pflanzen außer der Periode der Assimilation. So wirkt auf die Chlorophyllpflanzen in derjenigen Zeit des Jahres, wo sie keine grünen Organe besitzen (sommergrüne Laubhölzer) Lichtmangel nicht schädlich ein, ja dieselben können sogar im Besitze der chlorophyllhaltigen Theile diejenigen Monate, wo die Assimilation ruht, ohne Schaden im Dunkeln zubringen. Denn nicht blos laubwechselnde, sondern auch immergrüne Gehölze werden während der Wintermonate ohne Nachtheil eingeschlagen und somit verdunkelt. Auf dem Unterbleiben der Assimilation beruht es vielleicht auch, daß die Sporen der Farne und die Brutknospen der Marchantien im Dunkeln nicht keimen.

Unterdrückung durch Lichtmangel.

Eine Reihe bekannter Vorkommnisse bei den Pflanzenculturen sind als die im Vorstehenden angeführten schädlichen Folgen ungenügenden Lichtes anzusehen. Man bezeichnet sie als **Unterdrückung**, **Verdämmung** oder **Erstickung**. Junge Pflanzen ersticken im Unkraute, z. B. Rübenpflanzen, wenn sie unter wuchernden großblätterigen oder dichtstehenden, also beschattend wirkenden Unkräutern stehen; ebenso der Klee unter einer Deckfrucht, wenn diese dicht steht, groß- und reichblätterig ist. Die Pflanzen kümmern und gehen bald ein ohne ihre volle Entwickelung erreicht zu haben. In schwächerem Grade zeigt sich die Erscheinung z. B. in der kümmerlichen Entwickelung lichtbedürftiger Pflanzen, wenn sie als Topfgewächse in Zimmern gezogen werden, sowie der Gemüsepflanzen in Gärten, die unter dichtbelaubten

---

[1]) Famintzin, Mélanges biologiques. Pétersbourg 1865. T. V. und 1867, pag. 277. — Kraus, Jahrb. f. wiss. Bot. VII. pag. 511.

[2]) Sachs, Bot. Zeitg. 1864. — Die Schädlichkeit grünen Lichtes für Mimosen, welche darin starr werden und schließlich eingehen und bei der Keimung sich nicht über die Cotyledonen hinausentwickeln (vergl. Kraus, Bot. Zeitg. 1876, pag. 503) dürfte wol auch als ein Ausdruck der obigen Sätze zu betrachten sein.

Bäumen oder im Schatten hoher Wände gebaut werden. In den Forsten ist das Verdämmen des niedrigeren Holzes durch höheres eine bekannte Sache. Die Stämme gehen wol mit den anderen Individuen eine Zeit lang in die Höhe und wachsen auch gerade, aber sie bleiben dünner und haben nur schwache Zweigansätze und können im stark beschattenden Hochwald endlich als schwächliche Stämmchen unter überhandnehmender Zweigdürre zu Grunde gehen. Manche verlieren dadurch öfters schon früh den Wipfel und werden, indem untere Zweige sich vordrängen, zu Strauchformen, wie es z. B. die Lärche thut, wenn sie von ihresgleichen unterdrückt wird. Auch die Holzbildung unterdrückter Bäume ist untersucht worden. Nach R. Hartig[1]) bilden sie im ersten Stadium der Unterdrückung relativ breite Herbstholzschichten, also schweres Holz. Der Jahresring nimmt aber absolut an Breite ab und sinkt nach unten auf eine Minimalbreite herab, während in den höheren Theilen die Ringbreite größer ist als unten. Nach lange anhaltender Unterdrückung tritt dagegen das Herbstholz im unteren Stammtheile gegen das lockere Frühjahrsholz auffallend zurück und verschwindet fast gänzlich, während in den oberen Theilen das Holz relativ schwer ist.

Abnormitäten des Wachsthums.

III. Abnormitäten des Wachsthumes der grünen Theile.

Beim Etiolement grüner Organe in Folge Lichtmangels zeigt sich außer dem Unterbleiben der Chlorophyllbildung auch eine krankhafte Veränderung im Wachsthum und in der Formbildung derselben, die in schwächerem Grade aber auch schon im diffusen Tageslichte, also auch wenn das Chlorophyll sich noch ausbildet, stattfindet. Die Veränderungen sind folgende. Internodien, welche im normalen Zustande sich strecken, erreichen eine noch viel größere Länge als sonst, bleiben aber dünner, weicher und schlaffer, so daß der Stengel leicht umsinkt. An den Blättern erleidet auch der Stiel, wenn er sehr lang ist, dieselbe Veränderung. Die vorwiegend in die Länge entwickelten Blätter der Monokotyledonen zeigen ebenfalls größere Streckung bei verminderter Breite. Die breiteren Blattflächen der Dikotyledonen aber bleiben nahezu auf dem Knospenzustande stehen, also weit hinter der normalen Größe zurück. Ueberhaupt behalten die Blätter mehr oder weniger die Faltungen oder Rollungen der Knospenlage bei. In den Geweben treten dabei auffallende Veränderungen ein, die ebenfalls als ein Stehenbleiben auf dem Jugendzustande sich charakterisiren[2]): im Stengel werden Mark-, Holz- und Rinde-Elemente in geringerer Anzahl gebildet, die Holzbündel verharren als schwache isolirte Stränge, die Zellen des Holzes, Bastes, des Collenchyms und der Epidermis bleiben bei der halben Verdickung ihrer Membranen stehen. Die Ueberverlängerung des Stengels erklärt sich daraus, daß die Zellen des-

[1]) Bot. Zeitg. 1870, Nr. 32—33, und 1874, pag. 391.

[2]) Kraus, Jahrb. f. wiss. Bot. VII. — Batalin, Bot. Zeitg. 1871, pag. 670.

selben 3—5 Mal länger werden als gewöhnlich. Auch in einfacher gebauten Achsenorganen, wie in den Zellenfäden der Algen (z. B. Spirogyren) tritt im Dunkeln Ueberverlängerung der Zellen ein, indem die Zellentheilung durch Querscheidewände seltener wird, während durch ihr häufigeres Auftreten im Lichte die Zellen ungeachtet des viel rascheren Wachsthumes des Fadens auf viel kürzere reducirt werden[1]). In den Blattflächen haben die Zellen dieselbe Größe wie in den normalen Blättern, sind daher in viel geringerer Anzahl vorhanden; auch haben sie geringere, dem Jugendzustande entsprechende Ausbildung, insbesondere haben das Collenchym und die Fibrovasalstränge geringere Stärke und ihre Elemente geringere Membranverdickung. In vollständiger Dunkelheit fehlen den Blattzellen auch die Chlorophyllkörner und daher auch das sonst durch Assimilation in diesen erzeugte Stärkemehl. Dagegen finden sich im Stengel auch im völligen Dunkel Stärkekörner, als wandernde Reservestoffe.

Schwächung der cellulosebildenden Kraft.

Diese morphologischen und anatomischen Veränderungen sprechen dafür, daß es den Stengeln und Blättern dabei an dem Stoffe, aus welchem die Zellmembranen bestehen (Cellulose), gebricht. Da nun die Krankheit auch an Pflanzen, welche hinreichend Kohlenhydrate, z. B. Stärkemehl, als Reservestoffe enthalten (bei der Keimung der Samen, der Kartoffelknollen xc.), und sogar local an einzelnen verdunkelten Theilen übrigens beleuchteter Pflanzen auftritt, so stellt sie sich dar als eine durch Lichtmangel bedingte Schwächung der Kraft, aus den Reservestoffen Cellulose zu bilden[2]). Damit steht auch im Einklang, daß etiolirte Pflanzentheile mehr stickstoffhaltige Bestandtheile und weniger Kohlenhydrate enthalten[3]), daß also der Stillstand des Wachsthums etiolirender Pflanzen nicht wegen Mangels an stickstoffhaltiger Substanz geschieht. Die Ueberverlängerung der Internodien erklärt sich wahrscheinlich aus der Gewebespannung, indem die größere Dehnbarkeit der minder verdickten peripherischen Gewebe dem Ausdehnungsstreben des Markes weniger hinderlich ist. Die Schwächung der cellulosebildenden Kraft in Folge Lichtmangels ist auf die normal chlorophyllhaltigen Pflanzentheile beschränkt.

Wirkung der Helligkeitsgrade.

An stark lichtbedürftigen Pflanzen tritt diese Wirkung schon bei schwacher Beleuchtung ein: es kommen alle Abstufungen jener Symptome bis zum normalen Zustande vor, je nach dem Grade der Helligkeit, in welcher die Pflanzen wachsen, so daß sie als ein ziemlich empfindliches Zeichen für jede der Pflanze nicht genügende Beleuchtung gelten können.

Wirkung der Lichtfarben.

Gelbes Licht wirkt auf das Wachsthum, wie Finsterniß: die Pflanzen zeigen hier stärkere Verlängerung des Stengels und alle anderen Symp-

[1]) Famintzin, Bullet. Acad. imp. des sciences. Pétersb. T. VII. 1868.
[2]) Kraus, l. c.
[3]) Karsten, in Stöckhardt, Chemischer Ackersmann, 1871, Nr. 2, pag. 109.

tome des Etiolement mit Ausnahme der bleichen Farbe; denn das Chlorophyll bildet sich in solchem Lichte normal. Es sind also vorwiegend die stark brechbaren (blauen und violetten) Strahlen, welche das normale Wachsthum der Pflanzen bedingen[1]).

Wirkungen ungenügender Beleuchtung auf das Wachsthum der Pflanzen zeigen sich vielfältig, nicht blos bei Zimmerculturen, sondern auch im Freien, wenn lichtbedürftige Pflanzen an schattigen Orten oder in zu dichtem Stande wachsen. Auf derselben Ursache beruht auch das Lagern der Feldfrüchte, welches besonders am Getreide, jedoch auch an anderen lang- und dünnstengeligen Pflanzen, wie Wicken u. dgl. vorkommt. In der ganzen Ausdehnung oder auf dem größten Theile des Feldes verlieren sämmtliche Halme dauernd ihre aufrechte Stellung; die nächste Veranlassung sind oft Wind und Regen, welche sie niederwerfen; in der späteren Entwickelungsperiode der Pflanze trägt auch das größere Gewicht der reifenden Aehre bei. Das Lagern ist nachtheilig, weil es den Erntearbeiten Schwierigkeiten bereitet, auch weil mitunter ein Verderben und Faulen der dem Lichte entzogenen unteren Theile damit verbunden ist. Halme, die ein gewisses Alter noch nicht überschritten haben, kehren, wenn sie aus der Verticale abgelenkt worden sind, durch geotropische Krümmungen ihrer Knoten von selbst wieder in lothrechte Richtung zurück. Daher ist zeitig eintretendes Lagern gewöhnlich vorübergehend: das Getreide steht nach einigen Tagen wieder auf. In der der Reife vorangehenden Periode aber, in welcher die Lebensthätigkeiten im Halme allmälig erlöschen, verlieren auch die Knoten von unten nach oben fortschreitend einer nach dem anderen ihre geotropische Krümmungsfähigkeit. Tritt das Lagern in dieser Periode ein, so erheben die Halme nur ihre obersten Glieder nothdürftig; noch später wird es gar nicht mehr ausgeglichen. Die geringe Festigkeit des Halmes, welche der Grund des leichten Umsinkens ist, hielt man lange Zeit für die Folge eines zu geringen Gehaltes an Kieselsäure. Allein abgesehen davon, daß die letztere zum größten Theile in den Blättern, nur in geringer Menge in den Internodien, in geringster Menge in den Knoten ihren Sitz hat, haben Analysen nachgewiesen, daß gelagertes Getreide an Kieselsäure nicht ärmer als anderes ist[2]), und Culturversuche haben gezeigt, daß auch bei Ausschluß der Kieselsäure normale, feste Getreidehalme erzogen werden[3]). Vielmehr stellt sich die Weichheit und Schlaffheit der unteren Halmglieder als die gewöhnliche Erscheinung des Etiolement dar. Denn man kann künstlich durch Beschattung der unteren Theile der Halme das Lagern hervorbringen[4]), und die unteren Halmglieder gelagerten Getreides zeigen in der That größere Länge, längere und in den Membranen schwächer verdickte Zellen, wie es im etiolirten Zustande zu sein pflegt[5]). Im Einklange damit steht die Erfahrung, daß das Lagern häufiger ist bei dichter Saat, wo die Pflanzen gegenseitig sich stark beschatten, als bei Drillcultur und weitläufiger Saat, bei

[1]) Vergl. Sachs, Wirkungen farbigen Lichts auf Pflanzen. Bot. Zeitg. 1865.

[2]) Pierre, Compt. rend. LXIII.

[3]) Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 150.

[4]) L. Koch, Abnorme Aenderungen wachsender Pflanzenorgane durch Beschattung. Berlin 1872.

[5]) Derselbe, l. c. pag. 16.

freiwachsenden Halmen aber gar nicht vorkommt, ferner daß das Getreide besonders bei üppiger Entwickelung zum Lagern disponirt ist, weil die zahlreicheren und größeren Blätter und die dickeren Halme beschattend wirken, daher auch der kräftigere Weizen öfter als andere Getreidearten lagert, und auch guter Boden und reichliche organische Düngung das Uebel befördern, ferner daß die Gefahr des Lagerns durch Eggen, Walzen, sowie durch Abweiden (das sogenannte Schröpfen) verhütet wird, weil dies die zu üppige Entwickelung hemmt, endlich daß man das Lagern auf Feldern, die zwischen hohen Bäumen, Wald oder großen Gebäuden eingeschlossen sind, häufiger antrifft als in offenen Lagen, desgleichen in gebirgigen Gegenden auf der Thalsohle und an den Hängen häufiger als auf den freien Höhen. Aus dem eben Gesagten ergiebt sich von selbst, was man zu thun und zu vermeiden hat, um das Lagern des Getreides möglichst zu verhüten.

Zweites Kapitel.

Wirkungen der Temperatur.

Wirkungen der Temperatur.

Der Gesundheitszustand der Pflanze kann gestört werden durch Einwirkungen der Temperatur. Dieser Fall tritt ein: 1. wenn das die Pflanze umgebende Medium bis zu denjenigen Temperaturgraden sich erwärmt oder abkühlt, welche überhaupt das Leben vernichten, 2. wenn innerhalb der für das Pflanzenleben geeigneten Temperatur die letztere beträchtlich von demjenigen Grade entfernt ist, welcher für den normalen Verlauf des Lebensprocesses der günstigste ist.

A. Tödtung durch Hitze.

Tödtung durch Hitze.

Wenn eine tödtliche hohe Temperatur auf Pflanzen einwirkt, so sterben entweder alle Organe der Pflanze oder nur gewisse Theile oder es werden nur einzelne Stellen derselben beschädigt, je nach der Empfindlichkeit der Theile oder der ungleichen Exponirung derselben. Es giebt daher verschiedene Erscheinungen, welche als unmittelbare Folgen der Einwirkung zu hoher Temperatur zu betrachten sind.

Empfindlichkeit vegetirender Pflanzen.

1. Befinden sich in Vegetation begriffene Pflanzen ganz in einem zu stark erwärmten Raume, so ist ihr Tod die Folge. Die Todessymptome zeigen sich dann schneller oder langsamer, spätestens in wenig Tagen, auch wenn die Pflanze inzwischen wieder in normale Temperatur gebracht worden ist. Sie zeigen sich am auffallendsten an saftreichen Theilen. Gewöhnlich bemerkt man sie zuerst an eben erwachsenen Blättern, während die jüngeren noch unentwickelten Blätter länger, alte Blätter, Blattstiele und Internodien noch länger wiederstehen. Die Zellwandungen verlieren ihren Turgor; sie lassen Zellsaft in die Intercellulargänge austreten und schützen ihn auch nicht mehr vor Verdunstung; das Protoplasma verliert seine Bewegung

und Organisation, es nimmt, wenn die Zelle farbigen Saft enthält, den Farbstoff auf und läßt ihn aus dem Pflanzentheile, sobald dieser in Wasser gelegt wird, austreten. Aus diesen Veränderungen der Zellen resultirt die bekannte Beschaffenheit aller durch Hitze getödteten saftreichen Pflanzentheile: die Schlaffheit, die Weichheit, das leichte Austreten des Saftes aus solchen Theilen (besonders voluminösen, wie Succulenten, Zwiebeln u. dergl.) bei Einwirkung von Druck, die durchscheinende Beschaffenheit (in Folge der Erfüllung der Intercellulargänge mit Saft), das rasche Welkwerden und Vertrocknen.

Der tödtlich wirkende Temperaturgrad ist für Landpflanzen verschieden, je nachdem dieselben in Luft oder Wasser sich befinden; in ersterer höher als in letzterem. Nach Sachs[1]) ist für erwachsene Pflanzen oder Zweige von Nicotiana rustica, Cucurbita Pepo, Zea Mais, Mimosa pudica, Tropaeolum majus, Brassica Napus, Papaver somniferum, Phaseolus vulgaris, Tanacetum vulgare, Cannabis sativa, Solanum tuberosum, Lupinus polyphyllus, Allium Cepa, Morus alba in Luft eine Temperatur von 50 bis 52° C. binnen 10 bis 30 Minuten, in Wasser schon 45 bis 46° C. binnen 10 Minuten tödtlich; letztere auch für die Wasserpflanzen Ceratophyllum, Chara und Cladophora. Lemna trisulca soll nach Scheltinga[2]) erst bei 50 bis 55° C. binnen 10 Minuten getödtet werden. Nach H. de Vries[3]) sind für oberirdische Theile von Zea Mais, Phaseolus, Brassica ꝛc nach 1/4 Stunde in Wasser 43,9 bis 44,1° C. unschädlich, aber 45,3 bis 45,8° C. tödtlich, für die Wurzeln genannter Pflanzen in Erde nach 1/2 Stunde 50 bis 52° C. und in Wasser 45 bis 47,3° C. eben noch unschädlich; den Wurzeln von Citrus Aurantium nach 1/2 Stunde 46,5° C. schadlos, 50 bis 50,5° C. tödtlich, für die oberirdischen Theile derselben 50 bis 50,3° C. unschädlich, 52,2 bis 52,5° C. tödtlich; ferner belaubten Zweigen von Taxus, Saxifraga u[illegible]a. Erica, Hedera, Salisburia 10 Minuten lang 48,5° C. schadlos, 51 bis 52° tödtlich; Laub- und Lebermoosen eine halbstündige Erwärmung in Wasser auf 40 bis 46° C. unschädlich, auf 46 bis 47° tödtlich. Bialoblocki[4]) fand eine constante Bodentemperatur von 50° C. den Wurzeln von Roggen, Gerste und Weizen nach ein bis mehreren Tagen immer tödtlich. Gewisse in Thermen vegetirende Oscillarien sollen nach Cohn[5]) daselbst 31 bis 44° C., Leptothrix lamellosa sogar 44 bis 54°

[1]) Experimentalphysiologie pag. 64—65.

[2]) Citirt in Just, Bot. Jahresb. für 1876, pag. 719.

[3]) Nederl. Kruidk. Arch. II. ser. I. 1871, citirt in Bot. Zeitg. 1872 pag. 781.

[4]) Ueber den Einfluß der Bodenwärme auf die Entwickelung einiger Culturpflanzen. Dissertation. 1872.

[5]) Vergl. die Anführungen bei Sachs, Flora 1864 Nr. 1.

lebend ertragen; de Vries (l. c.) sah Chlorophyllalgen, Spirogyren und Phycochromaceen nach 42,8 bis 44,2° C. beschädigt; dagegen ist die Angabe Ehrenberg's[1]), daß in den heißen Quellen auf Ischia lebende Arten von Eunotia und Oscillaria bei 81 bis 85° C. vorkommen, nicht frei von Zweifeln und der Revision bedürftig.

Empfindlichkeit trockener Samen und Sporen.

2. Trockene Samen und Pilzsporen können selbstverständlich durch Hitze nicht dieselben äußerlich bemerkbaren Veränderungen wie saftreiche Organe erleiden, aber sie zeigen die tödtliche Wirkung in dem Verluste der Keimfähigkeit. Im trockenen Zustande widerstehen sie höheren Wärmegraden als die saftigen Pflanzentheile. Nach Sachs[2]) verlieren lufttrockene Samen ihre Keimfähigkeit in Folge einstündiger Erwärmung, und zwar Gerste und Mais bei 64 bis 65° C., Roggen und Weizen bei 67 bis 68° C., Erbsen bei 71 bis 73° C., während im gequollenen Zustande Samen derselben Pflanzen schon bei 51 bis 52° C. dieses Schicksal haben. Aber noch weit höhere Grade ertragen die Samen ohne Schaden, wenn ihnen durch allmälige Erwärmung mit Chlorcalcium immer mehr Wasser entzogen worden ist. Krasan[3]) hat dies für Weizenkörner nachgewiesen, welche er in dieser Weise 46 Stunden auf 50 bis $56\frac{1}{4}$° C. und so allmälig fortschreitend zuletzt 11 Stunden lang auf 72° erwärmte, wodurch sie endlich 12% Wasser verloren aber ihre Keimfähigkeit behalten hatten; sogar vierstündige Erhitzung auf 100° war solchen Körnern nicht tödtlich. Just[4]) fand für so behandelte Samen von Trifolium pratense sogar erst 120° C. tödtlich, während niedere Temperaturen die Keimfähigkeit nicht vernichteten; jedoch blieben solche Samen nur am Leben, wenn ihnen dann das entzogene Wasser sehr langsam wieder zugeführt wurde, verloren aber die Keimfähigkeit bei schneller Befeuchtung. Auch Fichtensamen ertragen nach Velten[5]) + 80° C. eine Stunde ohne Verlust der Keimfähigkeit. — Auch Pilzsporen im trockenen Zustande haben nach mehreren Beobachtern eine große Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen, während sie im dunstgesättigten Raume oder im Wasser schon durch niedrigere Wärmegrade getödtet werden. Nach Pasteur[6]) bleiben Sporen von Penicillium glaucum in trockener Luft bei 108° C. lebendig, verlieren vielfach bei 119 bis 121°, alle rasch bei 127 bis 132° ihre Keimfähigkeit, ertragen aber in Flüssigkeit eine Erwärmung von 100° nicht lebend. Die

---

[1]) Vergl. Flora 1864 Nr. 1.

[2]) Experimentalphysiologie pag. 66.

[3]) Sitzungsber. der Wiener Akademie 1873.

[4]) Verhandl. der Naturforscher-Versammlung zu Breslau 1874.

[5]) Sitzungsber. der Wiener Akademie Juli 1876.

[6]) Examen de la doctrine des gén. spontanées. (Ann. Chim. 3. sér. T. 64; auszüglich in Flora 1862, pag. 355.)

Sporen von Peziza repanda sollen nach Schmitz[1]) im Wasser 63,75° trocken 137,5° ertragen. Auch Payen[2]) fand Sporen von Oidium aurantiacum nach Erwärmung auf 120° noch keimfähig, bei 140° aber getödtet. Ebenso ertragen nach Hoffmann[3]) die Sporen von Ustilago Carbo und U. destruens im Trockenen 104 bis 120° schadlos; im dunstgesättigten Raume werden die ersteren zwischen 58,5 und 62°, die letzteren zwischen 74 und 78° binnen einer Stunde getödtet. Dagegen sollen nach Tarnowsky[4]) (trockene?) Sporen von Penicillium glaucum und Rhizopus nigricans in Luft 1 bis 2 Stunden auf 70 bis 80° C. erwärmt nur noch selten, auf 82 bis 84° erhitzt aber gar nicht mehr keimen und in Flüssigkeit bei 54 bis 55° ihre Keimfähigkeit verlieren; auch nach Schmitz ertragen die Sporen von Penicillium im Wasser höchstens 61°. — Hefezellen werden nach Hoffmann[5]) in Flüssigkeit durch 60 bis 74° C. noch nicht, wohl aber durch höhere Erwärmung getödtet; trockene Hefe soll jedoch bis 150° erhitzt werden können, ohne die Fähigkeit Gährung zu erregen zu verlieren. Aehnliches wird von Schizomyceten angegeben. Cohn[6]) fand, daß eine Erwärmung der Flüssigkeit 20 Minuten lang auf 100° C., desgl. eine einstündige auf 60 bis 62° Fäulnißbakterien tödtet, nicht aber eine dreistündige Einwirkung von 40 bis 50°. Auch nach Eidam[7]) ist vierzehnstündige Erwärmung bei 54° C. oder dreistündige bei 50° für Bacterium Termo tödtlich. Pasteur giebt die äußerste Widerstandsgrenze für die Schizomyceten der Milchsäuregährung auf 105° C. an; und nach Wyman[8]) sollen Bakterien in Flüssigkeiten sogar die Siedehitze in einer Dauer von 15 Minuten bis 4 Stunden schadlos, jedoch 5 bis 6 Stunden lang nicht mehr ertragen. Diese letzteren Angaben sind jedoch nur Schlußfolgerungen aus dem Auftreten oder Ausbleiben von Bakterien in Flüssigkeiten, welche solchen Temperaturen ausgesetzt und darnach gegen den Zutritt von Keimen geschützt wurden, gelten also unter der Annahme, daß keine spontane Zeugung stattgefunden hatte.

Locale Beschädigung durch Sonnenhitze.

3. Als locale Beschädigungen durch Sonnenhitze an erwachsenen vollkommneren Pflanzen sind mancherlei Erscheinungen gedeutet worden, ohne daß dafür immer ein genügender Nachweis beigebracht worden wäre.

[1]) Verhandl. d. naturh. Vereins f. Rheinlande 2c. 1845.
[2]) Compt. rend. T. 27. pag. 4.
[3]) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. II. pag. 267.
[4]) Sachs, Lehrb. d. Bot. Vierte Aufl. pag. 699.
[5]) Compt. rend. T. 63. (1866.) pag. 929. — Vergl. auch die ähnlichen Resultate E. Schumacher's und Wiesner's in Sitzungsber. d. Wiener Akademie 11. Juni 1874.
[6]) Beiträge z. Biologie d. Pfl. 2. Heft (1872), pag. 219.
[7]) Verhandl. d. Naturforscher-Versammlung zu Breslau 1874.
[8]) Hoffmann's Mykologische Berichte in Bot. Zeitg. 1869, pag. 227.

Sogar Effekte, welche unzweifelhaft nicht einmal indirekt durch stärkere Erwärmung veranlaßt werden, wie verschiedene Fleckenkrankheiten der Blätter, hat man so erklären wollen[1]). Aber es sind hier auch alle Erscheinungen von Sommerdürre auszuschließen, weil diese auf einem Mißverhältniß zwischen Wasseraufnahme und Verdunstung beruhen, von der Temperatur als solcher unabhängig sind. Das sogenannte Verbrennen der Blätter in Gewächshäusern, wobei gelbe oder braune vertrocknete Flecken, welche durch die ganze Dicke des Blattes gehen, auftreten, findet statt, wenn Wassertropfen auf den Blattflächen sich befinden und dieselben durch die Sonne soweit erhitzt werden, daß eine Tödtung der Blattsubstanz stattfindet, wie Neumann[2]) beobachtete, der solche Flecken an den Blättern von Dracaena und Cordyline binnen wenigen Minuten entstehen sah, nachdem sie bespritzt waren und von der Sonne beschienen wurden, wobei die Flecken unter den Tropfen sich bildeten. Bedingung ist eine unbewegte Lage des Blattes; daher soll es besonders eintreten, wenn die Gewächshäuser geschlossen sind, nicht wenn die Thüren geöffnet sind und die Blätter durch Luftzug bewegt werden. Der tödtlich wirkende Temperaturgrad ist freilich nicht ermittelt worden. Daß aber Pflanzentheile, die von intensivem Sonnenlichte getroffen werden, stärker als die umgebende Luft sich erwärmen, hat Askenasy[3]) an Sempervivum und Opuntia beobachtet, welche dabei 43 bis 49, selbst 51 bis 52° C. annehmen, ohne geschädigt zu werden, während dünnere Blätter, z. B. von Gentiana cruciata, gleichzeitig nur bis 35° C. sich erwärmten. Da die erstgenannten Grade in der Nähe derjenigen Temperatur liegen, welche nach Sachs im Wasser tödtlich ist, so wäre, wenn die Blätter bei solcher Erwärmung benetzt sind, eine Tödtung nicht undenkbar, auch wenn die Tropfen nicht gerade wie Brenngläser wirken sollten. — Der durch verschiedenartige äußere Verletzungen verursachte Samenbruch der Weinbeeren (s. Hagelschäden) kann nach Hoffmann[4]) auch durch die Sonnenstrahlen bewirkt werden, wenn dieselben durch Wassertropfen, die an der Beere hängen, wie durch eine Linse auf der Oberfläche der Schaale im Brennpunkte vereinigt worden sind und eine Tödtung der getroffenen Stelle der Beere hervorgebracht haben.

Sonnenrisse.

Durch Insolation sollen nach de Jonghe[5]) Sonnenrisse in der Rinde der Obstbäume entstehen und zwar im Frühjahre, besonders am

---

[1]) Decandolle, Physiologie végétale III. pag. 1113.

[2]) Adansonia 1860—62, pag. 320, im Auszuge in Hamburger Gartenzeitung 1863, pag. 163.

[3]) Bot. Zeitg. 1875 Nr. 27.

[4]) Bot. Zeitg. 1872 Nr. 8.

[5]) Bot. Zeitg. 1857 Nr. 10.

unteren Theile des Stammes, immer auf der der Sonne zugekehrten Seite, welche ihren Strahlen von 11 Uhr vormittags bis 2 Uhr nachmittags ausgesetzt ist. Bedecken dieser Seiten mit Stroh soll das Aufreißen verhindern. Da die Erscheinung nur im März auftreten soll, so muß wol den Spätfrösten hierbei die eigentliche Ursache zugeschrieben werden, indem sie in der saftreich gewordenen Cambiumschicht ein Gefrieren bewirken, welches ein Absprengen der Rinde vom Holze zur Folge hat, worauf vermuthlich die von der Saftzuleitung ausgeschlossene Rinde durch die Sonnenhitze vertrocknet und berstet. Nach Caspary[1]) soll jedoch auch erst im August die Entstehung von Sonnenrissen an den der Mittagssonne ausgesetzten Seiten bemerkt worden sein, was der Genannte als eine unmittelbar tödtliche Wirkung der Sonnenhitze auffaßt. Die Vermuthung ist aber auch hier nicht ausgeschlossen, daß ein früher eingetretener Frosttodt der Rinde erst bemerkt worden ist, nachdem in der heißen Jahreszeit die Austrocknung der todten Parthien bis zum Bersten fortgeschritten war. Ob also die Sonne allein eine solche Wirkung zu äußern vermag, bedarf noch einer kritischen Untersuchung.

B. Wirkungen des Frostes.

I. Veränderungen beim Gefrieren.

Wirkungen des Frostes. Veränderungen beim Gefrieren.

Ein Erstarren der Pflanzensäfte zu Eis findet zwar im Allgemeinen in der Nähe von 0° statt, braucht aber nicht genau mit dieser Temperatur des umgebenden Mediums zusammenzufallen. Denn dünne und flächenreiche Pflanzentheile sind, ausgenommen im direkten Sonnenlicht, in Folge von Wärmestrahlung und Verdunstung in freier Luft gewöhnlich etwas kälter als diese (wie Thau- und Reifbildung auf den Pflanzen beweisen) und können also, wenn die Luft nur wenige Grade über 0° hat, unter den Gefrierpunkt abgekühlt sein. Andererseits brauchen die Pflanzensäfte als mehr oder minder concentrirte Lösungen bei 0° noch nicht zu gefrieren[2]), und wenn sie gefrieren, so scheiden sie sich in fast reines Wasser, welches erstarrt und in eine concentrirtere Lösung, welche dies erst bei stärkeren Kältegraden thut. Uebrigens ist in trockeneren Pflanzentheilen kein oder nur wenig Zellsaft in den Zellen vorhanden; fast alles Wasser befindet sich im imbibirten Zustande in der Zellhaut, im Protoplasma und in dessen geformten Inhaltskörpern, und auch von diesem Wasser gefriert bei bestimmten Kältegraden nur ein Theil, der andere wird als Imbibitionswasser zwischen den Molekülen dieser Organe festgehalten. Ist nun auch dieses Imbibitionswasser nur in geringer

[1]) Verhandl. d. phys.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg 1858.

[2]) Vergl. Nägeli, Sitzungsber. d. bair. Akad. d. Wissensch. 9. Febr. 1861.

Menge vorhanden, so kann überhaupt nur eine sehr unbedeutende oder vielleicht gar keine Krystallisation zu Eis eintreten. Jedenfalls lassen auch bei den strengsten Kältegraden unserer Winter alle trockeneren Pflanzentheile, wie die Winterknospen und die Zweige der Holzpflanzen und die Samen keine Veränderung im Sinne eines Gefrierens wahrnehmen, und es sind nur saftreichere Organe, wie die Stengel und Blätter der Kräuter, das Laub der Bäume und Sträucher, die Aeste derselben im Zustande der Saftfülle, Knollen, Zwiebeln und succulente Pflanzen, welche auffallend gefrieren. Die hierbei stattfindenden Veränderungen muß man unterscheiden in solche, welche im gefrorenen Zustande vorhanden sind, und in solche, welche erst beim Aufthauen eintreten. Zu den ersteren gehören 1. die Eisbildung und die damit zusammenhängenden Zerreißungen der Gewebe, sowie der Wasserverlust und das Einschrumpfen der Zellen, 2. die Krümmungen der Pflanzentheile, 3. gewisse Farbenänderungen derselben.

Eisbildung in der Pflanze.

1. Eisbildung. Beim Gefrieren werden saftige Pflanzentheile in Folge der in ihnen stattfindenden Eisbildung hart und glasig spröde. Werden die Theile plötzlich starken Kältegraden ausgesetzt, so erstarren sie durch und durch gleichmäßig zu steinharten Körpern. Wesentlich anders ist die Eisbildung, wenn die Pflanzentheile allmälig bei geringen Kältegraden (1 bis 4° C.) gefrieren, wie dies in unserem Klima im Freien bei Eintritt von Frost gewöhnlich der Fall ist. Hier bilden sich Eismassen in den Geweben, welche dadurch zerklüftet werden, während die Zellen, weil Wasser aus ihnen ausgetreten und dann zu Eis erstarrt ist, mehr oder weniger zusammenschrumpfen, jedoch selbst nicht gefrieren, sobald eben der Frost keinen ungewöhnlich starken Grad erreicht. Diese Bildung zusammenhängender Eismassen in gefrierenden Pflanzen ist den Beobachtern schon vor langer Zeit aufgefallen, eingehender aber zuerst von Caspary[1]) später von Prillieux[2]) untersucht worden. Nach diesen und meinen Beobachtungen tritt diese Eisbildung am häufigsten und stärksten einerseits an solchen Pflanzen auf, welche für den Winterzustand nicht vorbereitet und noch in Vegetation begriffen sind, nämlich besonders an einjährigen Spätlingen und an exotischen Stauden im freien Lande, andererseits im Frühlinge an Pflanzen, die bereits in Saft getreten sind oder zu treiben begonnen haben, also überhaupt an solchen, die reich an Saft sind und denen solcher auch fortwährend durch die Wurzelthätigkeit zugeführt wird. Uebereinstimmend ist überall, daß die Eismasse wenigstens

[1]) Bot. Zeitg. 1854, Nr. 38—40, wo auch die ältere Literatur zu finden ist.

[2]) Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XII. 1869. pag. 125.

Anfangs, meist für immer, innerhalb des Pflanzentheiles sich befindet und aus Eiskrystallen besteht, welche mit einander parallel und mehr oder minder zusammenhängend, stets rechtwinklig auf demjenigen Gewebe stehen, aus welchem das Wasser ausfriert. Die Krystalle sind fast reines Wasser, auch wo die Zellensäfte gefärbt sind, farblos. An welchem Orte die Eismassen sich bilden, hängt von dem anatomischen Bau des Pflanzentheiles ab. Der gewöhnlichste Fall bei Stengeln und Blattstielen krautartiger Pflanzen ist, wie Prillieux schon angegeben hat, der, daß im Rindeparenchym, bald unmittelbar unter der Epidermis, bald tiefer eine mit der Oberfläche concentrisch liegende Eiskruste von ansehnlicher Stärke sich bildet, durch welche die Epidermis und die etwa mit abgetrennten äußeren Rindeschichten wie ein weiter Sack abgehoben und nicht selten gesprengt werden. Es ist unverkennbar, daß das grüne Rindeparenchym wegen der Anwesenheit vieler Intercellulargänge und wegen der leichten Trennbarkeit der einzelnen Zellen der Entstehung dieser intercellularen Eismassen besonders günstig ist. An den Punkten, wo die Epidermis durch collenchymatische oder ähnliche feste Gewebe mit dem Inneren fester zusammenhängt, ist die peripherische Eislage unterbrochen. So haben nach Prillieux der Stengel von Senecio crassifolius 5, die Stengel der Labiaten 4, nämlich an den 4 Seiten liegende, die meisten Blattstiele 3 solcher Eisplatten unter der Oberfläche, nämlich eine an der rinnenförmigen oder flachen Oberseite, je eine an den beiden Hälften der convexen Unterseite. Dagegen bekommen die Stengel der Scrofularineen eine ringförmig zusammenhängende Eisschicht; und am Stengel von Borago officinalis finde ich viele ungleich große, nur durch dünne Schichten von Rindeparenchym getrennte dicke Platten nebeneinander einen ringförmigen Eismantel bildend (Fig. 22). Ich habe mich von der Richtigkeit der Angabe Prillieux's überzeugt, daß bei diesem Gefrieren die Zellen dort, wo die Eisklüfte im Gewebe sich bilden, nur auseinanderweichen, aber nicht zerrissen werden (vergl. Fig. 22e u. 23 C.). Die von Caspary untersuchten Pflanzen, welches meist kleine exotische Sträucher mit stark entwickeltem Holzkörper waren (Heliotropium peruvianum, Cuphea pubiflora u. andere Arten, Lantana abyssinica und aculeata, Manulea oppositifolia, Calceolaria perfoliata), zeigten ihm das Eis unmittelbar auf dem Holzcylinder aufsitzend, zwischen diesem und der Rinde, die dadurch vom Holz getrennt und verschiedenartig gesprengt war. Auch hat Derselbe[1]) im Frühjahre an einheimischen Bäumen bei plötzlich eintretendem Frost ein Gefrieren des Saftes im Cambium und ein Absprengen der

[1]) Bot. Zeitg. 1857, pag. 153. Das Gleiche wird schon von Du Petit-Thouars (Le verger français, Paris 1817) ausgesprochen.

Rinde vom Holze beobachtet. Ein zweiter Ort der Eisbildung in Stengeln und Blattstielen, der gleichfalls von den genannten Beobachtern schon genannt wird, ist das Mark. Wo dieses massiv ist, bilden sich oft mehrere Eispartien, welche das Gewebe unregelmäßig der Länge und der Quere nach zerklüften. In hohlen Stengeln füllt sich oft die Markhöhle mehr oder weniger mit Eis, welches in einer ringförmig zusammenhängenden Kruste die Wand der Höhle bedeckt; so finde ich in gefrorenen Stengeln von Borago officinalis im Innern einen solchen sehr starken Hohlcylinder, gebildet aus dichtstehenden Eiskrystallen, welche aus der Nähe des Gefäßbündelringes ausgehen und rechtwinkelig zur Achse und radial gegen die hohle Mitte gerichtet sind und die leeren und abgestorbenen Zellen, mit welchen normal die Markhöhle ausgekleidet ist, bis dorthin vor sich hergeschoben haben (Fig. 22m). Durch solche Anhäufungen von Eis im Mark kann endlich der Holzring gesprengt werden, was Caspary[1]) und ältere Beobachter gesehen haben. Wenn im Markgewebe noch einzelne Gefäßbündel zerstreut stehen, so schießt auch um jede ein Gefäßbündel umgebende Gewebepartie eine ringförmige Eiskruste an, wie Sachs[2]) von gefrorenen Blattstielen von Cynara Scolymus angiebt. Blatt-

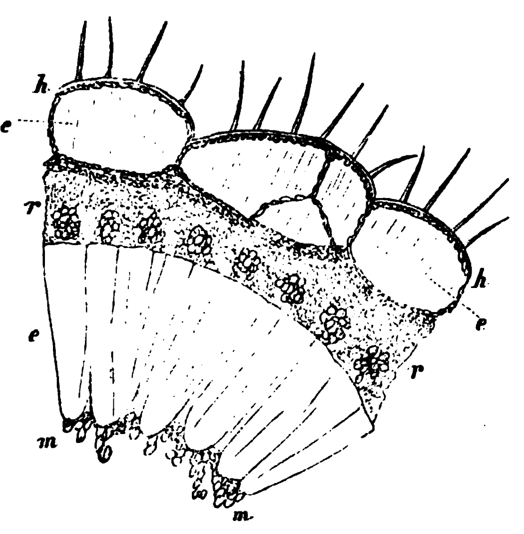


Fig. 22.

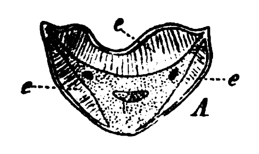
Gefrorener Stengel von Borago officinalis, ein Stück desselben in Querschnitte, r Rinde mit dem Gefäßbündelringe, h behaarte Oberhaut, nebst Partien der Rinde durch mächtige, radial gestreifte Eisplatten ee, die einen ringsumlaufenden Eismantel bilden, abgehoben. Die Höhlung des Stengels auf der Innenseite von r ist mit einem aus dichtstehenden Eiskrystallen gebildeten starken Hohlcylinder von Eis e ausgekleidet; auf den Spitzen dieser Eiskrystalle die bis dorthin geschobenen Markzellen mm, welche auf der Innenseite von rr gesessen hatten. Schwach vergrößert.

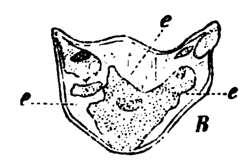
---

1) Bot. Zeitg. 1854, pag. 671—674.

2) Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. pag. 703, Fig. 473.

stiele, die häuptsächlich aus zartem Parenchym bestehen, in welchem nur wenige und feine Fibrovasalstränge verlaufen, können, während die Epidermis abgehoben oder stellenweise gesprengt ist, auch innerlich sehr tief der Quere und der Länge nach von dem sich bildenden Eis zerrissen werden. Die Verwundungen können dann dadurch noch vergrößert werden, daß die theilweise befreiten Parenchymstücke in Folge der Gewebespannung sich nach außen concav krümmen, zum Beweise, daß sie selbst dabei nicht gefroren sind. So bemerkte ich es an Stielen der Wurzelblätter von Lychnis diurna zu Ende des Winters nach schwachem Nachtfroste. Eine andere eigenthümliche Art der Bildung von Eisplatten in Blattstielen hat v. Mohl[1]) beschrieben; er fand, daß im Herbst bei Nachtfrösten an den Blattpolstern der Baumblätter in der ganzen vorgebildeten Trennungsschicht eine Eisplatte sich bildet, durch welche das Blatt abgegliedert wird, so daß am Morgen plötzlich massenhafter Blattfall eintritt. In den gewöhnlichen dünnen Blattflächen der meisten Pflanzen ist die Eisbildung minder auffallend, obgleich auch diese Theile bei Frost erstarren. Ich fand in gefrorenen Blättern krautartiger, mono- und dikotyledoner Pflanzen verhältnißmäßig dünne Eiskrusten meist zwischen der Epidermis und den angrenzenden Mesophyllzellen, zum Theil auch zwischen die letzteren eindringend, seltener unter der ersten Mesophyllzellenschicht (Iris), also wiederum an denjenigen der Oberfläche nächsten Orten, wo Intercellularräume vorhanden sind und die Zellen am leichtesten von einander weichen. Daher sieht man dies besonders an der unteren Blattfläche, wo das Schwammparenchym jene Bedingungen am meisten erfüllt, mit Ausnahme der Stellen über den stärkeren Nerven; aber es kommt auch an der oberen Seite des Blattes zu Stande. Uebrigens erstreckt sich diese Eisbildung wol nie gleichmäßig über die ganze Blattfläche: ich fand sie immer mehr oder minder fleckenweis und zwar ganz regellos localisirt;





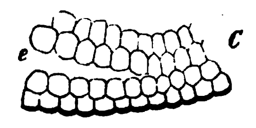


Fig. 23.

Gefrorene Blattstiele von Lychnis diurna, A und B im Querschnitte, schwach vergrößert. e die Eismassen, durch welche die oberflächlichen Zellschichten vom inneren Gewebe abgehoben sind, das letztere auch stellenweis zerrissen ist. C stärker vergrößerter Durchschnitt durch eine Stelle des äußeren Theiles des Blattstieles, wo eine Eisbildung beginnt; dieselbe zeigt sich deutlich zwischen den Zellen, die hier nur auseinandergewichen, nicht zerrissen sind.

[1]) Bot. Zeitg. 1860, pag. 15.

offenbar bilden die Stellen, wo die Krystallisation beginnt, Anziehungspunkte für neue Flüssigkeit, die sich dorthin zieht von den übrigen Theilen des Blattes her, welche dadurch soviel Saft verlieren, daß an ihnen keine Eisbildung eintreten kann. Ein meist auffallend hellgrünes Colorit zeigt die Stellen an, wo Eis in der Blattfläche abgeschieden worden ist.

Schutzeinrichtung winterbeständiger Blätter gegen die Verwundung durch Eisbildung.

Die soeben beschriebenen gar oft verderblichen Verwundungen, welche der Frost an im Saft befindlichen Pflanzentheilen hervorbringt, bezogen sich auf lauter solche Theile, welche nicht eigentlich für die kalte Jahreszeit bestimmt sind. Um so bemerkenswerther ist es, daß gerade die saftigen Theile solcher succulenter Pflanzen, welche in diesem Zustande den Winter überdauern müssen, in ihrem anatomischen Baue eine Schutzeinrichtung gegen die Verwundung durch Eisbildung haben. Offenbar muß es bei einem concentrischen oder überhaupt der Oberfläche parallel geschichteten Baue, wie ihn die eben besprochenen Organe zeigen, wegen der in der gleichen Richtung sich ausbreitenden und mithin in radialer Richtung wachsenden Eiskrusten am leichtesten zu einem Zersprengen der darüber liegenden Gewebe kommen. Die saftigen Blätter der winterbeständigen Rosetten der Sempervivum-Arten zeigen dagegen auf dem Querschnitte die Parenchymzellen in Reihen geordnet, welche rechtwinkelig zur Epidermis gestellt sind und mit eben solchen Reihen von Intercellulargängen, die zwischen ihnen sich befinden, abwechseln: das Mesophyll besteht also aus einschichtigen Gewebeplatten, welche in der Längsrichtung und vertical zur Oberfläche gestellt sind. In gefrorenen Blättern fand ich die einzelnen Gewebeplatten durch Vergrößerung und Vereinigung der Intercellulargänge völlig von einander gewichen und durch dünne Eisplatten von gleicher Richtung, welche die Zwischenräume ausfüllten, getrennt; jede Gewebelamelle war zwar in Folge starker Schrumpfung der Zellen dünner, jedoch in ihrer Continuität nicht unterbrochen und immer mit der Epidermis fest verbunden; durch Druck konnte man aus dem Querschnitte die radialen Eisplättchen hervorquetschen. Es kann also hier zu keiner Enthäutung noch sonstigen schädlichen Verwundung kommen. Beim Aufthauen tritt rasch der normale Zustand wieder vollständig ein.

Form des Eises in der Pflanze.

Die in den Geweben ausgeschiedenen Eismassen bestehen aus prismatischen Krystallen, welche ähnlich wie Basaltsäulen vertical auf dem unterliegenden Gewebe stehen aber meist so dicht gedrängt und miteinander verwachsen sind, daß die einzelnen Individuen oft nicht deutlich zu unterscheiden sind. In einer Beziehung zu den einzelnen Zellen oder Intercellulargängen, wie Caspary glaubte, stehen sie nicht. In den Eissäulchen sind gewöhnlich sehr feine, in der Richtung der Längsachse fadenförmig gereihte Luftblasen eingeschlossen. Meistens behalten die Eismassen diese faserig kompakte Beschaffenheit, auch wenn sie zu großer Stärke

anwachsen, die nicht selten die Dicke des darunterliegenden Gewebes weit übertrifft. Indessen haben schon ältere Beobachter, sowie auch Caspary[1]) und Prillieux[2]), mitunter gesehen, daß das Eis auch durch excessives Wachsthum in radialer Richtung stellenweis aus den Stengeln bald in Form fast 4 Cm. langer krystallinischer Fäden, bald in dünnen verticalen Eisblättern oder Kämmen, bald als faserige Eislocken weit hervortritt.

Erklärungsversuche.

Eine physikalische Erklärung dieser Erscheinung hat erst Sachs[3]) gegeben; fast gleichzeitig hat v. Mohl[4]) wenigstens in der Hauptsache in gleichem Sinne sich ausgesprochen. Ersterer hat den Vorgang dem Experimente zugänglich gemacht, indem er auf den Schnittflächen von Kürbisfrüchten, Rüben, Möhren, Blattstielen bei — 3 bis 6° C. ebensolche aus vertical stehenden verwachsenen Krystallen bestehende Eiskrusten auftreten sah und dabei die Bedingungen dieser Eisbildungen überhaupt feststellen konnte. Als solche ergaben sich: eine mäßige Kälte, bei welcher das Zellgewebe selbst noch nicht gefriert aber mit Wasser imbibirt ist, und ein Schutz der Fläche, auf welcher das Eis sich bildet, vor zu starker Verdunstung. Diese Bedingungen sind auch bei der Eisbildung innerhalb lebendiger Pflanzentheile erfüllt. Sachs erklärt nun den Vorgang folgendermaßen. Wenn die dünne Wasserschicht an der Oberfläche einer imbibirten (an Intercellularräume angrenzenden) Zellhaut gefriert, so wird eine neue Wasserschicht aus der letzteren an ihre Stelle treten und nun ihrerseits wieder erstarren, was so lange fortgeht, als die Zellhaut nicht gefroren ist. In der That wachsen die Krystalle, wie die Beobachtung lehrt, an ihrer Basis. Wegen der thätig bleibenden Imbibitionskräfte der Membranen wird auch von entfernteren Stellen aus Wasser nach den Punkten, wo die Eisbildung zuerst begonnen hat, hingeleitet, so daß die letzteren zu Anziehungspunkten für das Wasser der Pflanze werden; ja die sehr mächtigen Eisablagerungen lassen sich hinreichend nur durch die Annahme erklären, daß während des Phänomens durch die Aufsaugung der Wurzeln nach und nach noch beträchtliche Wassermengen den Krystallisationspunkten zugeführt werden, wie von Caspary und Anderen[5]) vor ihm bereits geltend gemacht worden ist. Daraus erklärt sich auch, daß der Genannte die Erscheinung nicht an Topfpflanzen beobachtete, offenbar weil hier durch die Kälte auch die Wurzelthätigkeit sistirt war. — Die Erklärung des Phänomens als rein physikalischer Vorgang wird besonders erleichtert durch eine eigenthümliche Eisbildung, die manchmal auf der Oberfläche des Bodens beabachtet und schon von älteren Beobachtern[6]), besonders aber von v. Mohl[7]), dem Sachs hierin beistimmt, mit der Eisbildung in lebenden Pflanzen identificirt worden ist, da sie unter ganz denselben Bedingungen und in ganz gleicher Form eintritt. Rechtwinkelig auf der Oberfläche des Bodens erheben sich bis 5 Cm. lange isolirte oder verwachsene Eisfäden. v. Mohl beobachtete diese Bildungen auf einem

[1]) Bot. Zeitg. 1854, pag. 665—674; daselbst auch die älteren Angaben.
[2]) l. c. pag. 129.
[3]) Berichte d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1860, pag. 1 ff.
[4]) l. c.
[5]) Bot. Zeitg. 1854, pag. 686.
[6]) Bot. Zeitg. 1854, pag. 681.
[7]) l. c.

Gebirgszuge des Schwarzwaldes, wo sie unter dem Namen Kammeis bekannt sind, im November besonders an steilen Böschungen, nach Regenwetter auf einem mäßig feuchten, lockeren und porösen Boden, welcher selbst dabei nicht gefroren war. Ich sah die Erscheinung unter denselben Verhältnissen sehr schön Anfang September 1877 auf dem Kamme der Sudeten: an zahllosen Stellen sah man bald gerade, bald lockenförmige faserige Eissäulen, gesponnenem Glase oder Asbest ähnlich, auf dem Boden, theils wegen ihrer Länge umgefallen und angehäuft, theils noch stehend, häufig an ihren oberen Enden durch eine dünne Eisschicht verbunden, in welcher oft etwas von der obersten Bodenschicht mit emporgehoben worden war; die Basis der Säulen ist der jüngste, wachsende Theil, indem das in dem nicht gefrorenen unterliegenden Boden befindliche Wasser sich fortwährend den einmal gebildeten Eiskrystallen anschließt und diese vorwärts drängt[1]).

Krümmungen beim Gefrieren.

2. **Krümmungen** an Blättern und biegsameren krautartigen Stengeln sind beim Gefrieren der Pflanzen gewöhnliche Erscheinungen. Die der Stengel anlangend, giebt Göppert[2]) an, daß nach einer Temperatur von — 5° C im Frühlinge die büschelig wachsenden Stengel der Päonien, Delphinien, Adonis, Potentillen, Diclytra 2c. excentrisch mit der Spitze nach der Erde gebogen, Raps und Kohl nur nickend, aber blühende wie nichtblühende Stengel von Liliaceen, wie Kaiserkronen und Hyacinthen, nicht gebogen sondern platt auf den Boden gestreckt waren. Ich sah die Krümmungen sowol an Spätlingen bei den ersten Herbstfrösten, als auch bei Frühjahrsfrösten. Die meisten Stengel waren ähnlich wie im welken Zustande in ihrem oberen Theile in einem weiten Bogen ungekrümmt (Silybum marianum, Sonchus oleraceus, Senecio vulgaris, Urtica urens, Mercurialis annua, Sinapis alba, Poterium Sanguisorba), nicht selten halbkreisförmig, so daß die Spitze gegen die Erde gekehrt war. Andere zeigten, wie es hier ebenfalls beim Welken zu sehen ist, nur eine nickende Richtung des Blütenstandes: so waren die Blütenstiele nur im oberen Theile gekrümmt und die Köpfchen hängend bei Calendula, Chrysanthemum Parthenium, und bei Euphorbia helioscopia waren sowol der Hauptstengel als die

---

[1]) Die Mineralogen haben übrigens diese Art von Bodeneis unter den oben angegebenen Verhältnissen mehrfach beobachtet und Erklärungen gegeben, die mit der obigen übereinstimmen. Vergl. besonders Kenngott (Sitzb. d. Wiener Akad. 1855. XVI. Bd. p. 157—160), welcher das durch nadelförmige Eiskrystalle hervorgebrachte Abblättern des Kalkanstriches und die Hebung desselben von dem Mörtelverputze einer Ziegelmauer beschrieben hat. In Japan ist dieses Bodeneis nach Dönitz unter dem Namen „Shimo-bashira" (Reifbalken) bekannt und in den deutschen Alpen hat man neuerdings mehrfach dieselbe Erscheinung wahrgenommen (Vergl. Koch, Ueber Eiskrystalle in lockerem Schutte, in Jahrb. f. Mineral. 1877, pag. 449 ff.).

[2]) Ber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 30. März 1873. Citirt in Bot. Ztg. 1873, pag. 366.

Aeste des Blütenstandes allemal nur dicht unter den Hüllen umgebogen Auch die Blätter nehmen meistens eine ähnliche Richtung wie im welken Zustande an: sie sind im Allgemeinen abwärts gebogen. Göppert[1]) erwähnt die schon von Linné beobachtete Erscheinung, daß Euphorbia Lathyris beim Gefrieren die Blätter dicht am Stengel herabschlägt. Abwärtskrümmungen der Blätter nur mit ihrer Basis sah ich an den Wurzelblättern von Allium victorialis, die dadurch horizontal auf dem Boden hingestreckt waren, und bei Sambucus nigra, wo die Blätter nur in der Nähe des Blattpolsters sich herabgeschlagen hatten. Gewöhnlicher krümmt sich das Blatt in seiner ganzen Länge oder im größeren Theile derselben abwärts; bei einigermaßen langgestielten ist es hauptsächlich der Blattstiel, z. B. bei Malva sylvestris, Ficaria ranunculoides, bei Euphorbia amygdaloides, wie überhaupt bei den allermeisten dikotyledonen Kräutern. An den Blättern der Dikotyledonen, Kräutern wie Holzgewächsen, kommen zugleich oft mannigfache unregelmäßige Verkrümmungen und Kräuselungen der Blattfläche vor, wobei jedoch vorherschend die morphologische Oberseite convex wird. Oder die Blattfläche faltet sich zusammen, so wie sie in der Knospe liegt (Malva).

Ursache der Krümmungen.

Einen Versuch, diese Krümmungen zu erklären, findet man nur bei Sachs[2]) in der beiläufigen Bemerkung, daß wenn die Zusammenziehung des Gewebes in Folge des Wasserverlustes bei der Eisbildung (welche Sachs[3]) wirklich durch Messung nachgewiesen hat) auf verschiedenen Seiten eines Blattes oder Stengels in verschiedenem Grade erfolgt, Krümmungen eintreten müssen. Ich glaube, diese Erklärung genügt noch nicht, um das in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle stattfindende Umkrümmen nach unten begreifen zu können, besonders an nicht oder kaum bilateralen Organen, wie Internodien und vielen langen Blattstielen. Hier kann keine andere Vorstellung Platz greifen, als die, daß die Abwärtskrümmung Folge einer allgemeinen Erschlaffung der Gewebe ist in Folge der Entziehung des Wassers, welches auskrystallisirt. Starr wird das Organ erst dann, wenn so viel Eiskrystalle gebildet sind, daß sie zu ausgedehnteren Krusten sich vereinigt haben. Darum wird wenn dieser Zustand inzwischen eintritt, oft nicht vollständig senkrecht hängende Richtung erreicht. Mit dieser Vorstellung steht im Einklange, daß namentlich schwere Pflanzentheile, wie Blütenköpfe und andere Inflorescenzen, laubreiche Stengelspitzen, große Blattflächen, die Krümmung am ausgeprägtesten zeigen, und zweitens vorzüglich der Um-

---

[1]) Wärme-Entwickelung in den Pflanzen pag. 12.
[2]) Lehrb. der Botanik. 4. Aufl. pag. 703. Anmerk.
[3]) Ber. der kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1860, pag. 19.

stand, daß der Ort der Krümmungen diejenige Stelle der Organe ist, an welcher am spätestens das Wachsthum erlischt und die Zellen noch am saftreichsten sind und noch am wenigsten kräftige Membranen besitzen, mithin allemal derselbe Theil, welcher auch beim Welkwerden zuerst und am stärksten sich krümmt, wie oben hervorgehoben wurde. Während daher viele der Frostkrümmungen sowol in der Form der Erscheinung als auch ursächlich mit dem Welken zu vergleichen sind, tritt doch unzweifelhaft in anderen Fällen der von Sachs bezeichnete Factor als wirksam ein, den man vielleicht genauer als Veränderungen der Gewebespannungen bezeichnen kann. Denn wenn an verschiedenen Seiten eines Organes den Geweben in verschiedenem Grade Wasser entzogen wird, so müssen, da ja bei diesen Eisbildungen und Krümmungen das Gewebe selbst nicht gefroren und noch von einem Theile des Saftes imbibirt ist, die Gewebespannungen durch merkliche Krümmungen sich äußern. Wie dieselben auch schon beim Zerreißen der Gewebe in Folge der Eisbildung eine Rolle spielen, wurde oben angedeutet. Da in vielen Blättern die Eisbildung besonders an der morphologischen Unterseite stattfindet, so wird in der That der stärkere Wasserverlust dieser Seite zu den für diese Organe charakteristischen convexen Krümmungen der Oberseite beitragen müssen. Und unzweifelhaft giebt dieser Vorgang allein den Ausschlag bei solchen Richtungsänderungen, welche in keiner Beziehung zur Schwerewirkung stehen. Als solche hebe ich nur hervor die schlängeligen Krümmungen, die man bisweilen an gefrorenen langen Blütenstielen sehen kann, und besonders die Erscheinung, die ich bei demselben Herbstfroste, bei welchem ich die anderen Beobachtungen machte, an einem noch belaubten Strauche von Ptelea trifoliata bemerkte. An den ziemlich aufrechten Zweigen hatten die Blätter ihre Foliola lediglich durch Krümmungen der Gelenke in sehr verschiedene Stellungen gebracht; an der Mehrzahl waren die Blättchen nach oben zusammengeschlagen, so daß die morphologische Oberseite der Gelenke sich verkürzt hatte; dabei waren die 3 Blättchen bald mehr gegen die Basis des Blattes hin gewendet, bald mehr in einer die Basis fliehenden Richtung einander genähert; manche Blätter jedoch zeigten die Foliola nach unten geschlagen, also die Unterseite der Gelenke verkürzt. Zur Verticale aber standen diese Bewegungen in gar keiner gesetzmäßigen Beziehung.

Senkung der Baumäste bei Frost.

Bei starken Frösten hat man auch eine Senkung der Baumäste beobachtet, am auffallendsten an Linden. Caspary[1]), welcher von 10 Baumarten ungefähr zollstarke oder schwächere Aeste in dieser Beziehung unter-

[1]) Report of the International Horticultural Exhibition and Botanical Congress. London 1866, pag. 99.

lösten Stoffe, es läßt diesen durch sich hindurchfiltriren und die gelösten Stoffe sich mit einander mengen, giebt auch den Farbstoff ab, wenn solcher im Zellsaft gelöst war, sobald man den Pflanzentheil in's Wasser legt[1]); die Chlorophyllkörner bekommen Vacuolen oder schrumpfen bisweilen unter Formverzerrung[2]) und werden mit dem sich contrahirenden Protoplasma mehr oder weniger in Klumpen zusammengehäuft. Dagegen ist von einer Sprengung der Zellen, von einer Zerreißung der Zellmembranen (den von Caspary angegebenen Fall, wo das Cambium beim Gefrieren durchrissen werden soll, ausgenommen) auch in erfrorenen Pflanzentheilen nichts zu bemerken. In den angegebenen Veränderungen finden alle besonderen Erscheinungen ihre Erklärung, die an verschiedenen Pflanzentheilen beim Tode durch Erfrieren und bei partiellen Frostbeschädigungen wahrgenommen werden. Alle auch nur einigermaßen saftigen Pflanzentheile sind sofort nach dem Aufthauen in hohem Grade schlaff und welk und haben, wegen der Erfüllung der Intercellulargänge mit Flüssigkeit, eine eigenthümliche, durchsichtige, wie gekochte Beschaffenheit; sie sind so weich, daß sie, zumal voluminöse Theile, wie Rüben, Kartoffelknollen, durch geringen Druck den Saft aus sich wie aus einem Schwamm auspressen lassen. Befinden sich die Blätter an der Luft, so verlieren sie durch Verdunstung ihr Wasser ungemein rasch und sind bald ganz dürr. Gewöhnlich übt auch der Chemismus, solange das erfrorene Blatt noch Saft enthält, rasch seine Wirkung aus: durch den Sauerstoff der Luft tritt ein Humificationsproceß ein, welcher das Protopalsma oder die Zellhaut braun färbt; daher werden die Blätter unter solchen Umständen braun oder schwärzlich. Auch die farbigen Blütentheile, besonders die weißen, röthlichen und gelben werden mehr oder weniger gebräunt. Wenn aber das Blatt sehr schnell trocken wird, noch ehe der Chemismus seine Wirkung äußern kann, so bekommt es keine andern Farben, sondern nimmt nur das Fahlgrün des trockenen Heues oder Laubes an. Besonders gilt dies von den von Natur wenig saftigen Blättern; diese sind gleich beim Aufthauen dürr und sehen aus wie gut getrocknete Herbarienexemplare. Der fahlgrüne Farbenton ist hier nur durch den trockenen Zustand bedingt; denn wenn man solche Theile befeuchtet, werden sie wieder reiner grün. Nur dadurch wird in diesem Falle das Colorit bisweilen etwas mißfarbiger, daß die bei der Eisbildung abgehobene Epidermis als dürres Häutchen lose über dem Mesophyll ausgespannt bleibt und dadurch ein eigenthümliches optisches Verhalten zeigt; entfernt man die Epidermis,

---

[1]) Sachs in Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1860, pag. 25—39.

[2]) Vergl. auch G. Haberlandt, Ueber den Einfluß des Frostes auf die Chlorophyllkörner. Oester. Bot. Zeitschr. 1876. Heft 8.

se zeigt sich darunter das Mesophyll ebenso freudig grün, wie jegliches frisch getrocknete Chlorophyll, und in den Zellen erkennt man einen gleichmäßig grünen unregelmäßigen Klumpen, zu welchem die Chlorophyllkörner zusammengetrocknet sind. Dies beobachtete ich an verschiedenen erfrorenen Pflanzen mehrere Tage nach dem ersten Froste, binnen welcher Zeit die Kälte bis auf — 10° C. gekommen war. Selbst in den feucht gebliebenen und durch das Erfrieren gebräunten Blättern von Borago officinalis fand ich nach derselben Zeit innerhalb des bräunlichen Protoplasma ziemlich deutlich die noch grünen Chlorophyllkörner. Früher oder später werden sie aber hier durch den chemischen Proceß zerstört, und es mag hierbei auch bisweilen die von Wiesner[1]) geltend gemachte Zerstörung des Chlorophyll's durch in den Zellsäften aufgelöste organische Säuren und dergl. stattfinden, da das getödtete Protoplasma die Undurchlässigkeit für jene Substanzen verloren hat und letztere mit dem Chlorophyll in Berührung kommen, wie z. B. beim Sauerklee, dessen Blätter beim Aufthauen sogleich braun werden. Trocknet das aufgethaute erfrorene Blatt sehr schnell, so können die beim Gefrieren auftretenden, sonst in der Wärme sogleich verschwindenden weißlichen Flecken fixirt werden, wie ich es an Sinapis alba bemerkte. Es bleibt dann nämlich an diesen Stellen, nachdem die daselbst vorhanden gewesenen Eiskrusten gethaut und verdunstet sind, eine dünne Luftschicht zwischen der Epidermis und dem Mesophyll, sowie zwischen den äußeren Mesophyllzellen selbst eingeschlossen; in dem dunkelgrünen übrigen Theile des Blattes ist das ganze Mesophyll sammt den beiden Epidermen zu einer luftleeren, zusammenhängenden, festen Masse zusammengetrocknet, die nur aus den Zellmembranen und den festen grünen Inhaltsmassen der Zellen ohne Saft besteht. Schließlich ist noch der Blaufärbung zu gedenken, welche die weißen oder gelben Blüten und selbst die grünen Theile der Orchideengattungen Phajus und Calanthe wie überhaupt bei ihrem Tode so auch beim Erfrieren annehmen[2]) und welche auf der durch Einwirkung des Sauerstoffes bewirkten Bildung von Indigo beruht, welcher in den lebenden Zellen nicht als solcher, sondern als farbloses Indican enthalten ist[3]).

---

[1]) Die natürliche Einrichtung zum Schutze des Chlorophyll's. Wien 1876. pag. 6.

[2]) Vergl. Göppert, Bot. Zeitg. 1871 Nr. 24. und Prillieux, Bull. soc. bot. de France, 1872, pag. 152.

[3]) Eine Beschreibung des Aussehens, besonders der Farbenänderungen erfrorener Pflanzen nach Familien und Gattungen hat Göppert (Wärme-Entwickelung, pag. 16 ff. und wiederum in den Sitzungsber. d. schles. Ges. für vaterl. Cultur, 14. Dec. 1874; referirt in Bot. Zeitg. 1875, pag. 610) gegeben. Ich muß darauf verweisen, da ich in der obigen Darstellung die

Die Richtungsveränderungen, welche beim Gefrieren eintreten, bleiben nicht nur beim Tode durch Erfrieren, sondern nehmen zu, indem das Verwelken und Vertrocknen der Theile schnell den höchsten Grad erreicht. Voluminöse, saftreiche Organe dagegen gehen, besonders in feuchter Umgebung, nach dem Erfrieren ebenso wie nach dem Tode aus anderen Ursachen, allmälig in Fäulniß über, weil das in den todten Geweben lange zurückgehaltene Wasser die Zersetzung der organischen Verbindungen ermöglicht. Durch diesen Proceß werden früher oder später die erfrorenen Zwiebeln, Knollen, Rüben, Wurzeln u. dergl. zerstört.

Ursache des Todes durch Erfrieren.

Ursache des Todes durch Erfriern. Die ältere Ansicht, nach welcher beim Gefrieren die Gefäße und Zellen der Pflanzen zersprengt werden, diejenigen Gewächse aber, welche hohe Kältegrade schadlos ertragen, der Ausdehnung des in ihren Elementarorganen gebildeten Eises widerstehen[1]) ist zuerst von Du Petit-Thouars[2]) verworfen, aber erst durch Göppert's[3]) umfassende Untersuchungen widerlegt worden, welcher zeigte, daß ganz allgemein in erfrorenen Pflanzentheilen die Zellen unverletzt, die Membranen derselben nicht zerrissen, sondern nur erschlafft sind. Nägeli[4]) hat die Unmöglichkeit dargethan, daß bei der Elasticität der Zellmembran und der unter normalen Verhältnissen kaum vollständigen Füllung der Zelle mit Saft eine Sprengung in Folge der Ausdehnung des gefrierenden Inhaltes eintritt, und ferner den sicheren Beweis geliefert, daß die Membranen durch Frost getödteter Zellen auch nicht durch die kleinsten Risse verletzt sein können, indem er sah, wie Zellen von Spirogyra orthospira, welche durch Frost getödtet waren und alle Symptome des Todes in der Beschaffenheit ihres Protoplasmas zeigten, beim Einlegen in concentrirte Lösungen von Zucker und andere wasserentziehende Mittel durch Exosmose entleert und zusammengedrückt wurden, was bei Vorhandensein von Rissen nicht möglich gewesen wäre. Göppert sieht nun die Ursache des Todes darin, daß durch die niedere Temperatur an sich die Lebenskraft in der Zelle vernichtet werde und daß es hauptsächlich auf die Energie derselben

---

Farbenänderungen nur soweit zusammengestellt habe, als ich für dieselben bestimmte innere Veränderungen als Ursachen angeben konnte. — Es ist gewiß nicht zu leugnen, daß beim Erfrieren die einzelnen Pflanzenarten bestimmte für sie charakteristische Symptome in der Färbung zeigen; allein mir scheint, daß diese nicht absolut sicher und unwandelbar sind; sie richten sich ohne Zweifel auch nach dem augenblicklichen allgemeinen Zustande des Pflanzentheiles und nach den jeweiligen äußeren Verhältnissen zur Zeit, wo das Erfrieren stattfindet, wie ich oben hervorgehoben habe.

[1]) Vergl. besonders Sennebier, Physiol. vegetal. T. III. Chapitre 8.

[2]) Le verger français. Paris 1817.

[3]) Wärme-Entwickelung, pag. 25—30.

[4]) Sitzungsber. d. k. bair. Akad. d. Wiss. 9. Februar 1861.

und auf den verschiedenen Vitalitäts-Zustand der Pflanze ankomme, ob dieselbe den Frost erträgt oder ihm erliegt. Diese Ansicht schließt nothwendig die Annahme ein, daß der Tod beim Erfrieren schon während des Gefrierens, durch direkte Wirkung der Kälte, nicht erst beim Aufthauen oder in Folge des Aufthauens eintrete. Göppert[1]) führt als Beweis hierfür das oben erwähnte Blauwerden der Orchideenblüten beim Erfrieren an, welches er schon während des Gefrierens beobachtet haben will. Prillieux[2]) aber bestreitet dies; er zeigte, daß diese Blüten auch im vollständig gefrorenen Zustande noch unverändert sind und erst im Momente des Aufthauens die Farbenwandelung erleiden. Göppert's Ansicht steht diejenige von Sachs[3]) gegenüber, welcher den Eintritt des Todes in den Moment des Aufthauens verlegt und die Todesursache in einem raschen Aufthauen findet, während langsames Aufthauen die Zellen nicht tödtet. Diese Ansicht steht im Einklange mit vielen Erfahrungen im Großen, nach denen ein plötzlicher Eintritt höherer Temperatur gefrorenen Pflanzentheilen viel schädlicher ist als eine langsame Erwärmung, ferner mit den günstigen Wirkungen der Frostschutzmittel, welche den plötzlichen Temperaturwechsel verhüten, sowie mit der Thatsache, daß saftreiche Theile weit mehr dem Erfrieren ausgesetzt sind als trockenere, in denen es zu einer Krystallisation von Flüssigkeit nicht kommen kann. Ueberdies Sachs hat auch für bestimmte Fälle den exacten Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme geliefert, indem er zeigte, daß ein und dasselbe gefrorene Gewebe (Stücke von Rüben und Kürbissen, Blätter verschiedener Kräuter) beim langsamen Aufthauen, nämlich beim Einlegen in Wasser von 0° und dergl., lebensfrisch bleibt, dagegen d organisirt wird, wenn es, bei derselben Kälte gefroren, rasch aufthaut. Eine Erklärung dieser Thatsache läßt sich gegenwärtig nicht geben; um sie begreiflich zu machen, geht Sachs von der Vorstellung aus, daß die Molecüle der Zellhaut und des Protoplasmas und diejenigen des imbibirten Wassers beim Gefrieren sich trennen und in neue Lagen versetzt werden und daß, wenn das Schmelzen der kleinen Eiskrystalle in der Zellhaut und im Protoplasma schnell geschieht, heftige Molekularbewegungen entstehen, welche die frühere Anordnung nicht wieder eintreten lassen[4]). Ungleich schwieriger dürfte es sein, eine Vorstellung zu gewinnen für den Fall, wo das Gewebe selbst nicht gefriert, sondern nur intercellulare

---

[1]) Bot. Zeitg. 1871 Nr. 24.

[2]) Bull. soc. bot. de France. 1872, pag. 152.

[3]) Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1860, pag. 22—42. — Experimentalphysiologie, pag. 58—61.

[4]) Experimentalphysiologie, pag. 61.

Eiskrusten gebildet werden. Sachs[1]) meint, beim langsamen Aufthauen schmelzen die Eiskrystalle an ihrer Basis, wo sie die Zelle berühren, und das flüssig werdende Wasser werde sogleich von der Zelle aufgesogen, die dadurch ihre ursprüngliche Beschaffenheit wieder erlange; beim schnellen Aufthauen der Eiskruste laufe dagegen ein Theil des sich bildenden Wassers in die Zwischenräume des Gewebes, bevor es aufgesogen werden könne, und die ursprünglichen Verhältnisse können sich nicht wieder herstellen. Allein wir wissen, daß die Erfüllung der Intercellularen mit Saft erst die Folge des Verlustes des Turgors der Zellhaut ist, den Tod der letzteren schon voraussetzt. Hier müßte zuvörderst die noch nicht aufgeworfene Frage beantwortet werden, ob es bei dem Kältetode durch rasches Aufthauen darauf ankommt, ob die Gewebe selbst gefroren waren oder das Erstarren nur auf der Bildung intercellularer Eiskrusten bei nicht gefrorenen Geweben beruhte. Daß im ersteren Falle durch rasches Aufthauen die Theile getödtet, beim langsamen am Leben erhalten werden, ist durch Sachs' Versuche wol als erwiesen zu betrachten. Was die zweite Frage anlangt, so habe ich viele krautartige Pflanzen, welche unter intercellularer Eisbildung erstarrt waren, rasch aus der Winterkälte in's geheizte Zimmer gebracht. Viele nahmen hier beim augenblicklichen Aufthauen ihre lebensfrische Beschaffenheit an; viele aber waren auch getödtet. Eine Entscheidung der soeben aufgeworfenen Frage ist damit also nicht gewonnen, aber wenigstens das dürfte daraus abzuleiten sein, daß da, wo nur eine intercellulare Eisbildung stattgefunden hat, die Möglichkeit vorhanden ist, daß auch bei raschem Aufthauen das Leben erhalten bleibt. Zu einem weiteren Resultat würde man erst kommen, wenn man bei diesen ungleichen Erfolgen ermitteln könnte, ob neben der intercellularen Eisbildung zugleich auch ein Gefrieren von Geweben selbst stattgefunden hat, was thatsächlich wol vorkommen dürfte, und ob damit der ungleiche Erfolg zusammenhängt oder nicht. — Aber auch die Frage ist noch keineswegs entschieden, ob nicht doch in gewissen Fällen die Pflanze schon dadurch, daß ihr Saft auskrystallisirt, getödtet werden könne, daß sie also doch schon im gefrorenen Zustande die Bedingung des Todes in sich trägt. Hier könnte an die häufigen Zerreißungen für das Leben wichtiger Gewebe bei der Eisbildung gedacht werden. Aber meistens beschränken sich dieselben auf locale Wunden, die für den ganzen Organismus oft ohne Gefahr sind, und nur wo tiefere Zersprengungen und Zerreißungen stattfinden, werden die Theile dadurch vernichtet. Allein mit dem Kältetode der Zellen hat dies offenbar nichts zu thun. Aber ein anderer noch gar nicht genügend beachteter Umstand dürfte von großem Einflusse auf

---

[1]) Lehrb. der Botanik, 4. Aufl., pag. 704.

gewisse Pflanzentheile beim Gefrieren sein: daß nämlich das zu Eis krystallisirende Wasser solchen Theilen entzogen wird, für die es eine Lebensbedingung ist, daß sie bis zu einem gewissen Grade mit Wasser imbibirt sind. Wenn man erwägt, wie große Massen von Wasser bei der Eisbildung den benachbarten Geweben entzogen werden und wie dabei die Zellen der letzteren mehr oder minder auffallend geschrumpft erscheinen, so drängt sich die Vermuthung auf, daß dabei der Wassergehalt der Zellen unter das für sie zuträgliche Minimum sinken kann und dieselben daher beim Aufthauen ebensowenig im Stande sind wieder turgescent zu werden, als wenn sie z. B. durch Welken einen solchen Wasserverlust erlitten haben. Nimmt man hinzu, daß auch das Eis verdunstet, so ist zu erwarten, daß bei lange dauerndem gefrorenen Zustande, besonders in großen dünnen Blättern die gebildeten Eiskrystalle, da sie den Imbibitionskräften der Zellen entzogen sind, allmälig schwinden werden, so daß beim endlichen Erwärmen den Zellen das für sie nöthige Wasser nicht sogleich wieder zugeführt werden kann und sofortiges völliges Vertrocknen die Folge ist. Von dieser Art des Kältetodes, die also mit dem Aufthauen gar nicht zusammenhängt, habe ich mich mehrfach an Blättern, welche an und für sich wenig saftreich sind, überzeugen können: ich sah sie schon während des Frostes, wo saftreichere Theile glasig gefroren, dürr wie Heu.

Auch möchte es kaum zweifelhaft sein, daß oft die Spitzen der Bäume und Sträucher wegen dieser Austrocknung, in die der dauernd gefrorene Zustand schließlich übergeht, absterben, daß ihnen also das Gefrorensein selbst schon tödtlich ist[1]). Vielleicht beruht auch die von Göppert[2]) gemachte Beobachtung, daß wiederholtes Aufthauen und Gefrieren tödtete, während einmaliger Frost diese Folge nicht hatte, darauf, daß dabei endlich zu viel Wasser verloren geht, da es nicht wieder ersetzt wird.

III. Dauernd bleibende Frostschäden.

Dauernd bleibende Frostschäden.

Wir stellen hier eine Anzahl krankhafter Zustände zusammen, welche oft an lebendigen Pflanzen während des Sommers oder während längerer Dauer gefunden werden und auf die Einwirkung von Frühjahrsfrösten zurückzuführen sind.

Dürre Blattflecken.

1. Dürre, mißfarbige Blattflecken. Die exponirtesten Stellen der jungen Blätter sich öffnender Knospen erfrieren oft für sich allein bei Frühjahrsfrösten, während der übrige Theil des Blattes nicht beschädigt wird und sich weiter ausbildet. Besonders an den zeitig ausschlagenden Holzpflanzen sind aus diesem Grunde oft die Blattspitzen der ersten,

---

[1]) Vergl. auch Göppert, Wärmeentwickelung, pag. 60.

[2]) l. c., pag. 131.

ältesten Blätter der Triebe dürr, braun oder schwärzlich, ebenso am Wintergetreide die ältesten Blätter an der Spitze oder bis zur Mitte oder bis zur Blattscheide abgestorben, dürr, bleich oder bräunlich, im übrigen Theile gesund und grün; und ähnliches zeigen auch die Blätter zeitiger Kräuter. Bei Bäumen mit gefalteter Knospenlage bekommen die Blätter auf den erhabenen Falten zwischen den Nerven in einer Reihe stehende braune, trockene Stellen, endlich Löcher oder zusammenhängende Spalten, die bis an den Rand gehen können. So sah A. Braun[1]) durch die Einwirkung des Frostes auf die noch gefalteten Blättchen von Aesculus Hippocastanum an denselben verschiedenartige fiederspaltige Bildungen eintreten. An Acer campestre und platanoides fand ich solche Beschädigungen in der Blattfläche zwischen den handförmigen Hauptrippen, also ebenfalls an den Stellen, wo das junge Blatt gefaltet ist, in allen Uebergängen von der bloßen, durch graue Färbung angedeuteten Verderbniß der Oberhaut bis zu völlig dürren oder durchlöcherten Stellen, zugleich mit ebensolchen Beschädigungen am Blattrande und anderen Stellen der Blattfläche, durch die es unzweifelhaft war, daß es sich hier um Wirkungen des Frostes, nicht um Verwundungen durch den Wind oder andere Einflüsse handelte. Bei Polygonum orientale, wo die Lamina der jungen Blätter von beiden Rändern her eng eingerollt ist, werden durch den Frost die momentan auswendig befindlichen Theile der Rollen beschädigt; ich sah in Folge dessen später am übrigens gesunden und entfalteten Blatte in beiden Hälften der Blattfläche, stets gleichweit von der Mittelrippe, je einen bis zur Blattspitze laufenden Streifen brauner Flecken oder Löcher. Ueber die Meinung anderer Beobachter, welche alle diese Erscheinungen für Wirkung des Windes erklärten, ist das Kapitel über die Luftbewegungen zu vergleichen. — Auch schon vollkommen ausgebildete Blätter können durch Frostwirkung kleine graue Flecken bekommen, an welchen die Epidermis abgestorben und vertrocknet, oft auch die Zellen des darunter liegenden Mesophylls zusammengeschrumpft sind und weite lufthaltige Lücken zwischen sich bilden; es sind die Stellen, wo beim Gefrieren Eisbildung stattfand (pag. 177) und beim Aufthauen die Zellen getödtet wurden. Solche Stellen können sich mitten im gesunden Gewebe befinden, auch gegen die gesunden Partien überwiegend sein; oder ein größeres Stück des Blattes ist verdorben, wobei auch die zur Zeit des Gefrorenseins vorhandenen Krümmungen stationär zu bleiben pflegen, während der übrige Theil des Blattes intact und lebendig ist. Besonders sind an zeitigen Frühjahrspflanzen später oft alle Uebergänge zwischen theilweis und ganz durch Frost verdorbenen Blättern zu finden. Auch können Inflorescenzen zeitig blühender Holz-

[1]) Monatsber. der Akad. d. Wiss. Berlin 18. Juli 1861.

pflanzen, wie Aesculus und Syringa, durch Frost in ihrer Entwickelung beeinträchtigt werden, indem die Blumenblätter sich nicht vollständig ausbilden, und einzelne Blütenknospen ganz erfrieren.

Frostschäden an Stämmen und Zweigen: Verzweigungsfehler.

2. Frostschäden an Stämmen und Zweigen der Holzpflanzen. Hierher würden zunächst gewisse Verzweigungsfehler zu rechnen sein, welche nach dem Erfrieren der diesjährigen jungen Triebe durch Maifröste eintreten können. Der Verlust derselben durch Frost hat dann dieselben Folgen wie der durch Verstümmelung, d. h. es werden aus Knospen an der Basis des erfrorenen Triebes Ersatztriebe gebildet, deren verschiedener morphologischer Charakter bereits oben (pag. 36) bei Gelegenheit der Verstümmelung erörtert worden ist. Selbstverständlich findet dies nur dann statt, wenn der ganze Sproß durch den Frost getödtet ist, also besonders wenn letzterer gleich nach dem Ausschlagen eingetreten ist, während wenn an dem schon weiter ausgebildeten diesjährigen Sprosse der Frost nur das Laub getödtet hat, ein proleptischer Ausschlag der Knospen dieses diesjährigen Sprosses stattfinden kann. Ebenso selbstverständlich ist es, daß die Verzweigungsfehler hier niemals denjenigen Grad erreichen können, den wir nach wiederholten Verstümmelungen beobachten.

Abfrieren der Zweigspitzen.

Ein Abfrieren der Zweigspitzen tritt als regelmäßige Erscheinung alljährlich im Herbste in unserem Klima ein, an denjenigen Holzpflanzen, für welche unsere Sommer zu kurz sind, um die normale Beendigung ihrer vollständigen Entwickelung zu ermöglichen, so daß der Frost die noch nicht ausgereiften Triebspitzen tödtet, wie es besonders bei Morus, Broussonetia, Robinia bei uns, aber nicht im Süden vorkommt.[1])

Innere Bräunungen des Holzkörpers.

Ferner hinterläßt der Frost auch oft im Innern der Stämme und Zweige gewisse Spuren. Der schwächste Grad derselben sind Bräunungen innerer Gewebe. Nach Göppert's[2]) Beobachtungen an Obstbäumen, und nach denen R. Hartig's[3]) an Nadelbäumen stellt sich als eine Folge der Tödtung des Gewebes durch Frost eine ringförmige Bräunung in der Markröhre und dem dieser zunächst liegenden Markstrahlgewebe ein. Dies ist nichts anderes als der gewöhnliche erste Grad der Zersetzungserscheinungen, wie sie sich im todten Holze zeigen (vergl. oben pag. 142). Auch auf die Markstrahlen kann sich die Veränderung erstrecken, wobei aber das Holz selbst ungefärbt bleibt, so daß vom gebräunten Ringe des Markes braune Streifen gegen die Rinde gehen; und wo diese in großer Anzahl vorhanden sind, da bilden sich braune Stellen im Holzkörper. Auch bei diesem Zustande können Cambium, Bast und Rinde gesund sein; es werden dann in nor-

[1]) Mohl, Bot. Zeitg. 1848, pag. 6.

[2]) Wärme-Entwickelung, pag. 31—34 und Folgen äußerer Verletzungen der Bäume, pag. 23—27.

[3]) Zersetzungserscheinungen des Holzes pag. 65.

maler Weise gesunde Holzringe gebildet, und man findet nach Jahren beim Querdurchschneiden des Stammes im Innern die aus dem Frostjahre herrührenden gebräunten Stellen. Dieselben erscheinen in verschiedener Größe und Form, wobei jedoch eine Hinneigung zu radial gestellter windmühlflügelartiger Form nicht zu verkennen ist, die bisweilen mit solcher Regelmäßigkeit auftritt, daß sie einem eisernen Kreuz ähnelt, wobei das Mark das Centrum bildet. Indessen giebt es nach Göppert auch Bäume, welche selbst bei tödtlicher Einwirkung des Frostes, wo die Rinde stark gebräunt ist, doch keine Farbenveränderung im Holzkörper zeigen, so Rhus typhina, Corchorus japonicus, Coronilla Emerus, Robinia Pseudacacia, Pinus Pinsapo.

Brand der Holzpflanzen.

Bei stärkerem Froste aber werden häufig Cambium, Bast und Rinde auf mehr oder minder großen Strecken getödtet. Der übrigens noch lebende Stamm oder Zweig behält dann diese todten Stellen lange. Es sind zunächst keine eigentlichen Wunden, indem die Rinde auf ihnen haftet; aber die Theile sind braun und trocken und lösen sich, früher oder später, oft von selbst von dem gebräunten Holzkörper ab. Dieses ist der Zustand, den man, wie oben (pag. 142) schon einmal erwähnt wurde, als Brand bei den Holzflanzen bezeichnet. Ebendort haben wir diese Veränderungen schon als Wundfäule bezeichnet und näher charakterisirt. Beim Steinobst tritt an solchen Stellen auch wol Gummifluß (pag. 91) auf. Nicht selten beschränkt sich diese tödtliche Wirkung auf einzelne Theile, und die Stämme zeigen die Frostwunden oft auf der Südseite, weil hier durch die Frühjahrssonne die Lebensthätigkeit zuerst erwacht, und Fröste dann hier tödtlich werden.[1]) Bei solcher partieller Beschädigung können Stämme und Aeste, die man schon durch den Frost getödtet wähnt, oft später doch noch Blätter und Blüten treiben, nur in verminderter Fülle und Kraft. Doch kommt es auch vor, daß nachdem die noch erhaltenen Knospen getrieben haben, erst im Sommer die Blätter schnell anfangen zu welken und abzufallen und der Baum eingeht oder selbst erst nach mehrjährigem Siechthum der Tod eintritt, wenn Stamm und Aeste durch den Frost in solchem Umfange beschädigt waren, daß sie ihren Dienst nicht mehr genügend verrichten. Bleibt der Zweig am Leben, so ist er natürlich wieder im Besitze einer thätigen Cambiumschicht, aber im Holzkörper bleiben noch nach Jahren die Spuren der Kältewirkung sichtbar. Wenn nämlich Cambium und Rinde nicht im ganzen Umfange des Zweiges oder Stammes erfroren sind, so werden die abgestorbenen Partien von den Rändern aus durch Ueberwallungen bedeckt und man findet später auf dem Querschnitte etwas

---

[1]) Breitwieser, Beobachtungen über die Ursache des Brandes an unseren Obstbäumen (Pomolog. Monatshefte 1876, pag. 331).

todten Splint und todte Rinde völlig von gesundem Holze überwachsen, aus dessen Jahresringen man das Jahr des strengen Winters richtig ausrechnen kann (Buffon's und Duhamel's „verborgene Eisklüfte", citirt bei Göppert l. c. pag. 3). Man hat aber auch beobachtet, daß im ganzen Umfange eines durch Frost beschädigten Stammes eine neue Holzbildung eintrat, bei welcher man wieder aus der Zahl der Holzringe auf dasselbe Frostjahr schließen konnte: der Holzkörper zeigte äußerlich einen Ring gesunden Splintes, dann vollkommenes Holz, darunter aber wieder einen zweiten Ring von Splint, der in Folge der Frostwirkung sich nicht weiter ausgebildet hatte, sondern leichter, zerbrechlicher und zarter als der gesunde war („falscher Splint" Buffon's und Duhamel's l. c.). Es fehlt vollständig an Untersuchungen darüber, wie bei diesem zweiten Falle, mit welchem wir wol die von Du Petit Thouars und Caspary beobachteten Eisbildungen in der Cambiumschicht, von denen oben (pag. 178) die Rede war, in Verbindung bringen müssen, die Cambiumschicht nach Aufhören des Frostes sich verhalten hat. Es kann nur vermuthet werden, daß sie trotz der Ablösung des Bastes vom Holze in ähnlicher Weise fortbildungsfähig geblieben ist, wie es beim vorsichtigen Abschälen der Rinde gelingt (pag. 110). Ebensowenig ist etwas Näheres über das Wesen der Zersetzung des inneren Ringes von Splint bekannt.

Frostspalten.

Mit dem Namen Frostspalten, Frostrisse oder Eisklüfte bezeichnet man die seit langer Zeit bekannte Erscheinung, daß im Freien stehende Bäume in kalten Wintern der Länge nach, oft bis auf's Mark sich spalten. Nach den darüber angestellten Beobachtungen[1]) geschieht dies nur bei bedeutender Kälte, mindestens — 14°, und betrifft fast nur stärkere Stämme zwischen 18 Cm. und 1 Meter Dicke. Das Bersten soll mit einem starken Knall verbunden sein. Die Weite der Kluft des Frostrisses beträgt meistens mehrere Millimeter, seltener bis 4 Cm. Im Sommer schließen sich die Frostspalten und beginnen durch Ueberwallungen zu heilen, pflegen jedoch im folgenden Winter oft wieder aufzubrechen sobald starke Kälte eintritt. Die einmal entstandenen Frostrisse schließen und öffnen sich auch mit dem Wechsel von Thauwetter und Frost, und die Weite des Spaltes ist der Kälte proportional; das Schließen erfolgt aber viel langsamer als das Oeffnen. Durch Caspary's Untersuchungen ist es hinreichend dargethan, daß die Frostspalten dadurch entstehen, daß das Holz durch den Frost in der Richtung des Umfanges sich stärker zusammenzieht als in der Richtung des Radius; die Spalte entsteht da, wo der geringste Widerstand ist, also wo irgend eine schwache Stelle des Stammes (ein

---

[1]) Caspary, Bot. Zeitg. 1855, pag. 449 — 500, wo auch die ältere Literatur zu finden; fernere Bot. Zeitg. 1857, pag. 329—371.

künstlicher Längsschnitt, eine Rindenverletzung, ein abgehauener Ast oder ein Astloch, eine Krebsbildung oder eine faule Stelle im Holze) der Spannung nachgiebt. Bei wiederholtem Aufspringen der durch Ueberwallung geschlossenen Frostspalten entstehen, weil sich jede nächste Jahresschicht der Ueberwallung über die frühere mit nach außen gerichteter Convexität legt, leistenartige Hervorragungen, **Frostleisten**, welche bisweilen eine bedeutende Höhe erreichen und auf dem Querschnitte gewöhnlich konisch und in der Mitte von dem Frostrisse durchzogen erscheinen. **Göppert**[1]) hat dergleichen an Roßkastanien, Rothbuchen, Eichen und Weißtannen beobachtet und beschrieben. Sie verlaufen wegen der spiraligen Drehung des Holzstammes ebenfalls in einer Spirale bisweilen bis in die Krone. Bald kommt nur eine einzige, bald zwei gegenüberstehende oder auch vier, bisweilen in regelmäßigen Abständen stehende Frostleisten vor, wodurch der Stamm eine vierseitige Form erlangen kann. Durch mehrfache Frostrisse kann der Stamm innerlich zertrümmert werden. Frostspalten, welche lange Zeit sich nicht schließen, geben Veranlassung zur Fäulniß der Wundstellen, besonders bei Laubhölzern, während bei Nadelbäumen die Frostspalte sich meist mit Harz füllt, welches conservirend wirkt. **Göppert** hat Frostrisse an 76 Arten von Gehölzen aus den verschiedensten Familien aufnotirt.

Frostkrebs.

Kleinere durch Kälte entstandene Risse, an deren Ueberwallungen sich dasselbe Aufspringen bei neuem Froste immer wiederholt, sollen nach einigen Beobachtern die Ursache des **Frostkrebses** sein. Das über diese Zersetzungserscheinung zu Sagende, ist bereits oben (pag. 157) mitgetheilt worden.

IV. Tödtliche Kältegrade und verschiedene Empfindlichkeit der Pflanzen gegen Frost.

Tödtliche Kältegrade. Bei Tropenpflanzen.

Hinsichtlich der niedrigsten Temperatur, welche die Pflanzen schadlos ertragen, ist noch nicht sicher ermittelt, ob wirklich Temperaturen über Null tödtlich sind. **Göppert**[2]) giebt dies für Pflanzen des Tropenklimas an. Er fand verschiedene derartige Pflanzen schon beschädigt während die Temperatur nie unter Null sank, sich aber auch nicht über + 3° erhob, und zwar Arten mit weicheren krautigen Blättern schon nach einem Tage, indem die Blätter schwarzfleckig wurden, sich zusammenrollten und bald abfielen, dagegen Arten mit Blättern von festerer Structur erst nach mehreren Tagen, während Polypodium aureum und Cactusarten

---

[1]) Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume. Breslau 1873, pag. 30—36.

[2]) Wärmeentwickelung an den Pflanzen, pag. 43.

gar nichts gelitten hatten. Ebenso wurden nach Hardy[1]) tropische Pflanzen, die ins freie Land gesetzt und durch Decken vor Wärmeausstrahlung geschützt worden waren, bei + 5° oder + 3°, viele bei + 1° getödtet. Sachs[2]) wendet mit Recht ein, daß hier wegen der Kälte des Bodens (besonders bei ins Freie gesetzten Topfpflanzen) die Wurzelthätigkeit soweit sistirt sein konnte, daß die Blätter verdarben. De Vries[3]) will es widerlegen; doch hat er nur Blätter von Bixa Orellana und Crescentia kurze Zeit in schmelzenden Schnee gelegt und keinen Schaden bemerkt. Die Sache bedarf neuer Untersuchung. Sollten Temperaturen über 0° tödtlich sein, so wäre die Ursache davon noch aufzuklären. Sie könnte liegen in chemischen Veränderungen, die die niedere Temperatur in den Zellen hervorbringt, oder in einer durch Wärmemangel hervorgebrachten Molecularveränderung des Protoplasma, die den Tod zur Folge hat. Göppert[4]) selbst constatirt, daß wenigstens einzelne tropische und subtropische Pflanzen das Erstarren der Säfte zu Eis bei — 4°, und dann bei — 7° einige Stunden lang schadlos ertragen.

Bei nicht tropischen Pflanzen.

Für alle nicht auf die heiße Zone beschränkten Arten dürften aber ausnahmslos erst Temperaturen unter dem Gefrierpunkt tödtlich sein. Doch zeigen auch diese Pflanzen nach dem verschiedenen Klima ihres Vaterlandes und nach ihrer verschiedenen Organisation ungleiche Empfindlichkeit. Nach Göppert's[5]) Aufzeichnungen gehen auf freiem Terrain, ohne Schutz von Bäumen 2c., schon bei dem geringsten Froste viele unserer exotischen Sommergewächse sicher zu Grunde, und zwar bei — 1 bis 1,5° Coleus Verschaffeltii; bei — 1,5° erfrieren die Blätter von Cucumis sativus, Cucurbita Pepo, Phaseolus nanus, bei — 2° z. B. Canna indica, Georgina variabilis; bei — 2 bis 3° Zea Mays, Chenopodium Quinoa, Solanum lycopersicum, Tropaeolum majus, Ricinus communis; bei — 4° Atropa Belladonna, Phytolocca etc. Dagegen ertragen viele unserer einheimischen Pflanzen, z. B. Senecio vulgaris, Stellaria, Capsella bursa pastoris, Wurzelblätter von Brassica oleracea, von Dipsacus fullonum, Sempervivum- und Sedum-Arten, selbst ohne Schneebedeckung — 10°, wie ich selbst beobachtet habe, und Göppert hat solche und ähnliche noch bei — 15° nicht geschädigt gesehen, ja alpine Saxifragen ohne Schnee selbst — 20 bis 25° ertragen sehen. Ja in der Polarzone ertragen die über den Schnee hervorragenden Stämme der Holzpflanzen und die auf ihnen wachsenden Flechten die höchsten bis jetzt beobachteten Kälte-

[1]) Bot. Zeitg. 1854, pag. 202.
[2]) Lehrb. d. Botanik. 4. Aufl., pag. 705.
[3]) Archives néerland. d. sc. exact. et nat. 1870, pag. 389.
[4]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 43.
[5]) Sitzgsber. d. schles. Gesellsch. f. vaterländische Cultur 14. Dec. 1874.

grade, — 40 bis 47°. Und auch in unseren Breiten ist die heftigste Winterkälte nicht im Stande, den meisten Bäumen und den auf ihren Stämmen wachsenden Moosen, Flechten und holzigen Schwämmen sowie den an schneefreien Felszacken unserer höchsten Gebirge wachsenden Flechten Schaden zuzufügen. Freilich muß hierbei berücksichtigt werden, daß die für die Ueberdauerung des Winters bestimmten Pflanzentheile vor Eintritt der kalten Jahreszeit jedesmal in einen für die Ertragung des Frostes besonders geeigneten Zustand übergehen, und daß die in unseren Breiten einheimischen Pflanzen in denjenigen Theilen, welche nicht in jenem Zustande sich befinden, den extremen Kältegraden ebensogut und unfehlbar zum Opfer fallen, sobald sie nicht durch Schnee oder eine andere Bedeckung geschützt sind. Dieser gegen Frost widerstandsfähig machende Zustand beruht hauptsächlich, wenn nicht allein, in einer Verminderung des Wassergehaltes der Zellen. Man kann es als einen allgemeinen Satz hinstellen, daß Pflanzentheile mit saftreichen Geweben dem Frost am leichtesten erliegen, ihm aber um so besser widerstehen, je saftärmer, relativ trockener sie sind. Für diesen alten Erfahrungssatz giebt es eine Menge Belege. Den geringsten Wassergehalt unter allen Pflanzentheilen haben reife, lufttrockene Samen, und diese zeigen auch die größte, vielleicht eine unbegrenzte Widerstandsfähigkeit gegen niedere Kältegrade, während sie im wasserhaltigen Zustande sehr leicht erfrieren[1]). Die Winterknospen unserer Gehölze haben sehr wasserarme Gewebe, im Holze der Stämme und Zweige ist im Winter die Saftleitung unterdrückt, und auch Rinde, Bast und die nicht thätige Cambiumschicht sind dann fast saftlos; von den wintergrünen Blättern gilt das nämliche. Alle diese Theile widerstehen auch den härtesten Wintern gut. Pflanzentheile dagegen, welche in Vegetation begriffen sind, sind saftreich oder haben wenigstens, wie die Zweige von Holzpflanzen, ein wasserreiches Gewebe (Cambiumschicht). Daher werden unsere einheimischen Kräuter, wenn sie spät entwickelt sind und noch in voller Vegetation vom Winter überrascht werden, durch starke Fröste getödtet. Auf diese Weise ist es auch zu erklären, daß Obstbäume und Weinstöcke nach kühlen Sommern und kurzen Herbsten, in denen die Pflanze den normalen Abschluß der Vegetation und die genügende Ausreifung des Holzes nicht erreichen kann, in solchen Theilen größeren Kältegraden nicht zu trotzen vermögen; das daraus folgende Mißrathen des Obstes ist also weniger durch allzugroße Winterkälte als durch die Abnormität des vorausgegangenen Sommers und Herbstes verursacht. Vielleicht ist auch der Grund, daß Gehölze südlicher Länder

[1]) Göppert, Wärmeentwickelung, pag. 48 ff.

in nördlicheren Gegenden im freien Lande nur unter Decke oder auch nicht einmal unter dieser durch den Winter zu bringen sind, nur in dem Umstande zu suchen, daß diese Pflanzen überhaupt nicht die vollständige Ausreifung und den winterlichen Ruhezustand in ihren Geweben erreichen, der zur Ertragung des nordischen Winters erforderlich ist. Etwas ähnliches ist die Empfindlichkeit der Wurzeln gegen Kälte, selbst solcher Pflanzen, deren oberirdische Theile winterbeständig sind. H. v. Mohl[1]) hat gezeigt, daß die Baumwurzeln, durch den Boden gegen die Kälte geschützt, während des Winters nicht wie die oberirdischen Theile in Vegetationsruhe übergehen, sondern daß ihre Cambiumschicht bis zu Ende des Winters saftreich und in zellenbildender Thätigkeit bleibt. In Uebereinstimmung damit aber beobachtete er auch, daß die Wurzeln außerhalb des Bodens durch Kältegrade getödtet wurden, denen die oberirdischen Theile leicht widerstehen (Eschen, Eichen, ꝛc. bei — 11 bis 13° R., Apfelbaumwurzeln schon bei — 5° R.). Aehnlich verhalten sich unterirdische Theile krautartiger Pflanzen, wie Wurzeln, Wurzelstöcke und Zwiebeln, die nur durch den Schutz des Bodens und Schnees sich erhalten, an der Luft aber schon von mäßigen Kältegraden getödtet werden[2]). Hier findet wol auch Das seine befriedigende Erklärung, was Göppert[4]) als eine Verzärtelung der Pflanzen in den Gewächshäusern bezeichnete, womit er das leichtere Erliegen derselben beim Froste im Sinn hatte; es kann dies wol nur daher rühren, daß die Triebe in der feuchten Luft der Gewächshäuser saftreicher und zarter sind, und die höhere Temperatur sie nicht zu einem völligen Abschluß der Vegetation gelangen läßt. Jene Thatsache ist übrigens auch von Haberlandt[5]) constatirt worden: Weizen, Gerste, Wicken u. A., die im Warmkasten bei 20—24° C. erzogen worden waren, erfroren bei — 6° C., dieselben im Kalthause bei 10—12° C. gezogen gingen erst bei — 9 bis — 12° C. zu Grunde. Auffallend und nicht wie die obigen Fälle durch einen geringen Wassergehalt der Zellen allgemein erklärbar ist die große Resistenz der Zellenpflanzen. Moose dürften kaum durch die Winterkälte getödtet werden; Göppert[2]) hat mehrere Laubmoose durch künstliche Kältemischung bis auf — 36° abgekühlt, ohne daß dieselben Schaden litten. Selbst saftige Lebermoose, wie Pellia, Marchantia, können an schneefreien Stellen hart gefrieren, ohne getödtet zu werden. Diatomaceen können — 20° R. lebend ertragen[3]), während Spirogyren und Conserven schon nach Erstarren der Flüssigkeit sterben sollen. Doch sah

---

[1]) Bot. Zeitg. 1862 Nr. 39.

[2]) Göppert, Sitzber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur, 14. Dec. 1874.

[3]) Schumann, Schriften d. ök. phys. Societ. Königsberg 1862. 2. Heft.

[4]) Wärmeentwickelung, pag. 63.

[5]) Centralbl. f. Agrikulturchemie 1876 I. pag. 469.

Dodel-Port[1]) Ulothrix zonata schadlos einfrieren. Nach Schumacher[2]) sind Hefezellen nach einer Abkühlung mittelst Kältemischung auf — 113° C. noch sprossungsfähig. Unter den Pilzen sind die perennirenden, festeren, lederartigen und holzigen Hymenomyceten, welche ohne Schneeschutz an Baumstämmen wachsen gegen die stärkste Winterkälte unempfindlich. Die wasserreichen fleischigen Formen sind zwar minder resistent; allein auch von ihnen ist nachgewiesen, daß sie steif gefrieren und nach dem Aufthauen fortleben können, wie von Schmitz[3]) bei Agaricus fascicularis und von Fries[4]) bei vielen anderen, die in diesem Entwickelungszustande den skandinavischen Winter schadlos überstehen. Minder auffallend erscheint die große Unempfindlichkeit der in ihren Zellen gewöhnlich sehr wasserarmen Flechten, welche bei ihren Standorten an Baumstämmen und an schneefreien Felsen des äußersten Nordens und der höchsten Gebirge die stärksten natürlichen Kältegrade ertragen.

Soweit sich für dieses verschiedenartige Verhalten der Pflanzen dem Froste gegenüber eine Erklärung geben läßt, ist dieselbe im Vorstehenden angedeutet. Man kann nicht verkennen, daß die scheinbar größere oder geringere Empfindlichkeit gegen den Frost in einigen Fällen sich deutlich nur als eine Folge des augenblicklichen Lebenszustandes des Pflanzentheiles darstellt, und sich mit dem Wechsel dieses Zustandes auch sogleich ändert. Man mag von verschiedener Empfindlichkeit der Pflanzenarten gegen den Frost reden, wenn man sich nur bewußt bleibt, daß die einzelnen Arten in sehr ungleichen Zuständen dem Froste ausgesetzt zu sein pflegen. Und wenn Göppert den Satz aufstellt, daß es für jede Art und selbst für jedes Individuum ein bestimmtes Maaß von Kältegraden gebe, dessen Ueberschreitung den Tod veranlaßt, so kann dies auch nur in jenem Sinne eine Berechtigung haben. Aber absolut von einer verschiedenen Empfindlichkeit zu reden, würde nur dann einen Sinn haben, wenn man die zu vergleichenden Pflanzen erst auf gleiche Zustände (Vegetationsthätigkeit oder Vegetationsruhe; Vollsaftigkeit oder saftarmer Zustand ꝛc.) gebracht hätte.

V. Frostschutzmittel.

Frostschutzmittel.

Nach dem Vorhergehenden wird die schädliche Wirkung des Frostes auf die Pflanzen durch alles das verhindert oder beschränkt werden können, was die Abkühlung derselben auf die niedrige Temperatur, welche die Luft an kalten Wintertagen annimmt, verhindert und was das Aufthauen etwa durch Frost gefrorener Pflanzentheile bei plötzlich eintretender Erwärmung verlangsamt. Daher bestehen fast alle diese Mittel in einer Umgebung der Pflanze mit schlechten Wärmeleitern. Die allgemeinen

[1]) Bot. Zeitg. 1876 Nr. 12.
[2]) Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien, 11. Juni 1874.
[3]) Linnaea 1843, pag. 445.
[4]) Ann. des sc. natur. T. XII. pag. 5.

und vortrefflichsten natürlichen Frostschutzmittel sind die Schneedecke und der Erdboden sammt den an seiner Oberfläche befindlichen Vegetationsabfällen. Schneebedeckung schützt, weil sie die Wärmeausstrahlung des Bodens und das Eindringen der Kälte verhindert und vor Abwechslung der Temperatur bewahrt. Nach Göppert's Beobachtungen betrug in Breslau die Temperatur unter einer 10 Cm. hohen Schneedecke auch nach mehrtägiger sehr heftiger Winterkälte nur wenige Grade unter Null, und selbst bei — 20,5° nur ungefähr — 6°. Der günstige Einfluß der Schneedecke auf die Wintersaaten ist ebenso allgemein bekannt wie der Schaden einer heftigen Kälte ohne Schnee. Der jedes Jahr vorhandenen mächtigen winterlichen Schneehülle im höchsten Norden verdankt die Vegetation daselbst ihre Erhaltung in den dort herrschenden kalten Wintern. Unter 78° 50′ N. B. fand man bei — 27,5° R. Lufttemperatur im Schnee in einer Tiefe von 64 Cm. — 17°, in 1,3 Meter Tiefe — 13,3° und bei 2,6 Meter nur — 2,6°. Ebenso ist unter der tiefen Schneedecke auf den Alpen die Temperatur des Bodens im Winter selten kälter als — 2°. In diesen hohen Regionen und Breiten erweist sich der Schutz des Schnees auch in dem Umstande, daß hier die gesammte Vegetation sich unter den Schnee zurückzieht, denn an der Baumgrenze sind die nur in der Strauchform entwickelten Holzpflanzen Winters ganz vom Schnee bedeckt, und die etwa hervorragenden Theile zeigen deutlich genug die Verkrüppelungen, die hier außer den Stürmen wahrscheinlich auch die Frostschäden verursachen. Wenn die Schneebedeckung auch die Vegetationsthätigkeit hindert, so conservirt sie doch trotz dieses Stillstandes das Pflanzenleben ungemein lange; im Hochgebirge werden viele pflanzenbedeckte Stellen in manchem Sommer gar nicht schneefrei; die Pflanzen können hier mehrjährigen Winter ertragen, man findet sie unter ihrer winterlichen Hülle zwar in Vegetationsruhe, aber nicht getödtet, und wo nur der Schnee weicht, setzen sie ihre Vegetation fort. Dahin gehören auch die Angaben Charpentier's[1]) u. A., wonach Cerastium alpinum und andere Pflanzen Jahre lang unter Gletschereis sich erhielten und nach Zurückgehen des Gletschers fortlebten. Daß auch in der arktischen Zone ähnliches vorkommt, lassen manche Mittheilungen vermuthen. Bei uns ist schon eine dünne Schneeschicht und selbst der Reif ein gutes Schutzmittel gegen Frostschäden, weil dadurch ein zu rasches Aufthauen der gefrorenen Pflanzentheile verhindert wird wenn nach Frost schnell Temperaturerhöhung eintritt. Ebenso wirkt der Erdboden auf die in ihm befindlichen Wurzeln ꝛc. Es ist bekannt, daß auch bei starker Winterkälte der Boden bei uns kaum bis 64 Cm. Tiefe gefriert und die Temperatur unter der Oberfläche desselben rasch zunimmt.

---

[1]) Bot. Zeitg. 1843, pag. 13.

Die oben erwähnte Empfindlichkeit der Pflanzenwurzeln gegen Kälte, wenn sie der Luft ausgesetzt werden, erweisen den vom Erdboden ausgeübten Schutz deutlich. Ebenso wirkt Nebelbildung an der Oberfläche der Erde schützend, weil sie die Wärmeausstrahlung aus dem Boden und der Vegetation vermindert. Selbst der Wasserdampf in der untersten Luftschicht absorbirt einen Theil der aus der Erdoberfläche entweichenden Wärmestrahlen. Auch der Wind kann unter Umständen vor Frostschaden bewahren. Wenn im Frühling auf einen Nachtfrost ein windstiller sonniger Morgen folgt, so wird durch den raschen Temperaturwechsel vieles vernichtet; herrscht aber dabei ein starker und kalter Wind, so ist der Schaden geringer, offenbar weil der kalte Luftstrom, der die Pflanzentheile in heftiger Bewegung erhält, die erwärmende Wirkung der Insolation abschwächt.

Die künstlichen Frostschutzmittel erklären sich in ihrer Wirkung alle leicht als schlechte Wärmeleiter; so das Bedecken und Einschlagen empfindlicher Freilandpflanzen in Stroh, Schilf, Moos, Laub, Decken ꝛc., das Aufbewahren der Kartoffeln, Rüben, Aepfel und dergl. in Haufen geschichtet (während einzeln liegende Kartoffeln ꝛc. leicht erfrieren, indem sie an allen Temperaturschwankungen der Luft theilnehmen), das Anzünden von Rauchfeuern in den Weinbergen, wenn Frostnächte zu erwarten sind, das Bebrausen im Freien wachsender Pflanzen mit Wasser am Morgen nach einem Nachtfroste, um auf ihnen künstlichen Reif oder Thau zu erzeugen.

VI. Verschiedene andere Beschädigungen durch den Frost.

Aufziehen der Saaten durch den Frost.

1. Das **Aufziehen der Saaten durch den Frost**, oder das **Auswintern** bezeichnet eine seit langer Zeit bekannte und von den Schriftstellern erwähnte Erscheinung[1]). Wenn wiederholt Frost und Erwärmung schnell mit einander abwechseln, so thaut die oberste Erdlage auf und erfüllt sich mit Wasser; wenn dieses in der Nacht wieder gefriert, so hebt es die obere Erdrinde und damit auch die in dieser befindliche junge Pflanze in die Höhe. Diese Hebung ist wol theils auf die Ausdehnung des gefrierenden Wassers überhaupt, theils auf die oben erwähnte Bildung nadelförmiger, den Boden hebender Eiskrystalle zurückzuführen. Wenn bei Tage die Erde aufthaut, so setzt sie sich wieder; die Pflanzen aber können nicht wieder zurück, und indem sich dies mehrmals wiederholt, ist endlich die Pflanze ganz herausgehoben, die Wurzeln liegen bloß und sind zum Theil abgerissen, wenn die gefrorene tiefere Bodenschicht ihre Spitzen zurückhielt. Das beste Vorbeugungsmittel dürfte eine frühzeitige Aussaat sein, welche eine genügend kräftige Bewurzelung der

[1]) Vergl. **Göppert**, Wärmebildung, pag. 235. **Treviranus**, Physiologie der Gewächse II. pag. 707. **Kühn**, Krankheiten der Culturpflanzen, pag. 11.

jungen Getreidepflanzen vor dem Winter gestattet; sehr poröser und feuchter, nicht drainirter Boden wird das Uebel begünstigen. Aufgezogene Saaten müssen bald nach Weichen des Frostes und der Nässe gewalzt werden, um die Pflanzen anzudrücken und die Bildung neuer Wurzeln zu veranlassen.

Chemische Veränderungen: Süßwerden der Kartoffeln.

2. Chemische Veränderungen durch niedere Temperaturen. Da bei der Eisbildung in Pflanzen die Zellen wasserärmer, die Lösungen, die sie enthalten, concentrirter werden, so ist theoretisch die Möglichkeit anzunehmen, daß auch chemische Veränderungen unter den Bestandtheilen dieser Lösungen in lebendigen Zellen stattfinden. Die Frage ist jedoch noch nicht wissenschaftlich untersucht worden. Ein thatsächlicher Fall dürfte aber das Süßwerden der Kartoffeln sein, wenn sie dem Frost ausgesetzt sind. Nach Einhofs[1]) hierüber angestellten Beobachtungen werden Kartoffeln nur dann süß, wenn die Temperatur dem Gefrierpunkt nahe oder nur wenige Grade unter demselben ist, und der Zuckergehalt soll sich vermehren, wenn sie abwechselnd einer Temperatur von + 8 bis 12° und — 1 bis 2° ausgesetzt werden, während Kartoffeln, die bei starker Kälte steinhart gefrieren, keinen Zucker bilden. Einhof ist daher der Meinung, daß der Zuckererzeugungsproceß nicht in abgestorbenen Knollen stattfinden könne, also ein Lebensvorgang sei, und findet auch eine Bestätigung dafür in der Beobachtung, daß im October und November es viel schwerer sei, Kartoffeln süß zu machen, als im Januar und Februar. Göppert[2]) dagegen hält die Erscheinung für einen nur in schon getödteten Zellen eintretenden chemischen Proceß, wol nicht mit Recht und jedenfalls ohne genügende Begründung, denn Kartoffelknollen werden nicht immer schon durch die geringsten Kältegrade getödtet und süßgewordene zeigen gar nicht immer die Symptome des Todes. Die Erscheinung bedarf neuer Untersuchung, wobei vielleicht an die neuerdings bekannt gewordenen stärkeauflösenden Fermente in der lebendigen Pflanze anzuknüpfen sein dürfte.

Frostgeschmack der Weinbeeren.

Etwas ähnliches ist der sogenannte Frostgeschmack der Weinbeeren, den man bemerkt, wenn vor der Traubenlese stärkere Kälte geherrscht hat und der sich auch dem daraus bereiteten Most mittheilt. Traubensaft soll durch Gefrieren diese Veränderung nicht erleiden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß durch Diffusion aus den Beerenstielen irgend welche Stoffe, welche jene Veränderung bewirken, in die Beeren gelangen nach Tödtung der Zellen durch den Frost[3]).

---

[1]) Gehlen's neues allgem. Journ. der Chemie, Berlin 1805, pag. 473 ff.

[2]) Wärmeentwickelung, pag. 38.

[3]) Vergl. Dahlen, Annalen der Oenologie, VI. Bd. 1. Heft.

C. Störung der Lebensprocesse in Folge der Ueberschreitung der Temperaturgrenzen.

Störung der Lebensprocesse in Folge der Ueberschreitung der Temperaturgrenzen.

Wie die Pflanzenphysiologie lehrt, giebt es für die meisten Lebenserscheinungen eine untere und eine obere Temperaturgrenze, d. h. die Pflanze übt die betreffende Function nicht mehr aus, wenn die Temperatur jenseits einer dieser beiden Grenzen sich hält. Dem Leben an und für sich sind in der Regel diese Temperaturgrade nicht nachtheilig, sie sind nicht tödtlich. Es treten mithin krankhafte Zustände ein, die in dem Unterbleiben der betreffenden Lebensfunction bestehen und so lange dauern, bis die Temperatur wieder in jene Grenzen zurückgekehrt ist. Zwischen den beiden Temperaturgrenzen giebt es ein Optimum, d. h. einen bestimmten Wärmegrad, welcher für den betreffenden Lebensproceß am günstigsten ist; und je weiter die herrschende Temperatur von jenem Grade entfernt ist, je mehr sie sich einer der beiden Temperaturgrenzen nähert, in desto schwächerem Grade findet der Proceß statt, so daß auch innerhalb der Grenzen die Temperaturverhältnisse einen schädlichen Einfluß geltend machen können. Wir kennen gegenwärtig eine solche Beziehung zur Temperatur von folgenden Lebensprocessen.

Störung der Keimung.

I. Die Keimung, d. h. die Entwickelung der Keimtheile auf Kosten der Reservenährstoffe. Sachs[1]) hat bereits durch genaue Versuche nachgewiesen, daß die untere Temperaturgrenze dieses Processes mehrere Grade über Null liegt, daß also Samen bei Temperaturen zwischen jenem Grade und 0°, ohne daß sie getödtet werden, nicht keimen, und daß es ebenso eine obere Temperaturgrenze giebt, jenseits welcher zwar das Leben noch nicht erlischt aber der Keimungsproceß sistirt wird. Andere haben dies bestätigt, wie A. de Candolle[2]), Köppen[3]) und Haberland[4]). Aus den von Letzterem zusammengestellten eigenen Beobachtungen und denen Anderer geht das individuell verschiedene Verhalten einzelner Pflanzenarten in dieser Beziehung deutlich hervor. Danach liegt die untere Temperaturgrenze der Keimung für Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Zuckerrübe, Buchweizen, Hanf, Raps, Kresse, Mohn, Lein, Rothklee, Erbse, Saubohne etwas unterhalb + 4,5°C. für Mais und Kümmel unterhalb + 10,5°C. für Tabak und Kürbis unterhalb + 15,6°C, und für Gurke unterhalb + 18,5°C. Die obere Temperaturgrenze dagegen beträgt für Getreide, Tabak, Kümmel, Erbse, Saubohne + 31 bis 33°C., für Rothklee,

[1]) Experimentalphysiologie, pag. 54.
[2]) Biblioth. univers. de Genève 1865. T. XXIV. pag. 243.
[3]) Wärme und Pflanzenwachsthum. Moskau 1870, pag. 39.
[4]) Landwirthsch. Versuchsstationen XVII. pag. 104.

Raps, Buchweizen 37 bis 44°; für Mais, Hanf, Kürbis und Gurke ist sie noch etwas höher. Das Optimum der Keimungstemperatur liegt für Mohn unterhalb + 16°C., für Gerste bei 18°, für Roggen, Lein, Kümmel, Erbse bei 23°, für Hafer bei 25°, für Weizen, Tabak, Saubohnen bei 27°, für Rothklee bei 31°, für Mais, Gurke bei 33°, für Hanf, Raps und Kürbis bei 36°. Eine Ausnahme hinsichtlich der unteren Temperaturgrenze machen besonders die Samen der Alpenpflanzen, die nach Kerner's[1]) Versuchen schon bei einer constanten Temperatur von etwas weniger als + 2°C. und nach der Meinung Desselben am Rande der Schneefelder sogar bei 0° keimen können. Auch hat Uloth[2]) an Samen verschiedener nicht alpiner Pflanzen, besonders von Cruciferen und Gramineen, die in Eiskellern auf Eis gesäet und mit Eis umgeben waren, Keimung beobachtet, woraus der Genannte den Schluß zieht, daß 0° dazu genügt habe.

Störung des Wachsthums.

II. Das Wachsthum. Die allbekannte und überall schon der oberflächlichen Wahrnehmung sich aufdrängende Thatsache, daß das Wachsthum der Pflanzen bei niedriger Temperatur stockt und zurückbleibt, bei größerer Wärme rüstig fortschreitet, ist erst durch Sachs[3]) zu einem wissenschaftlichen Anforderungen genügenden Ausdruck gebracht worden. Darnach giebt es auch hier, die Einwirkung constanter Temperaturen vorausgesetzt, ein Optimum, sowie eine untere und obere Temperaturgrenze. Da diese Frage mehr der Physiologie angehört, so mögen hier nur einige solche Angaben Platz finden, welche besonders geeignet sind, die durch Temperaturverhältnisse verursachten Abnormitäten des Pflanzenlebens in dieser Beziehung zu veranschaulichen. Die Temperaturgrenzen des Wachsthums sind nicht mit Sicherheit ermittelt. Köppen (l. c.) giebt als die untere an für weiße Lupinen + 6°R., für Erbsen 5,4°, für Weizen 6°, für Mais 7,7°; die obere würde nach Sachs bei allen Versuchspflanzen noch höher als 30°R. sein. Auch hier scheinen für Pflanzen kälterer Klimate und für die Alpenpflanzen die Zahlen, besonders die der unteren Temperaturgrenze niedriger zu liegen. Die merkwürdigen Beobachtungen, welche Middendorff[4]) erzählt, daß unter 70° n. B. unter dem Schnee hervorragende Weidenkätzchen bei einer Temperatur von — 16 bis—25° in der Sonne sich zu entwickeln begannen, während 53 Cm. tiefer die Zweige gefroren waren, und daß Alpenrosen an den Zweigspitzen vollständig blüten in einer Temperatur, die Nachts unter dem Gefrierpunkte, Tags zwischen 0 und

[1]) Berichte des naturw. Vereins zu Innsbruck, citirt in Bot. Zeitg. 1873, pag. 437.

[2]) Flora 1875, pag. 266.

[3]) l. c. pag. 72.

[4]) Sibirische Reise. I. 2. Thl.

+ 5° sich hielt, während der Stamm und die Wurzeln im Eise gefroren waren, sind auf die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen zurückzuführen. Aber die Beobachtungen, die Kerner[1]) und Andere vor ihm gemacht haben, daß Alpenpflanzen unter dem Schnee zu wachsen begannen und ihre Blütenschäfte durch die eisige Decke emporschoben, so daß die Blüten an der Firnoberfläche hervorragten, läßt wol kaum eine andere Deutung zu, als daß diese Processe bei 0° stattgefunden haben. Auch sah ich auf den Alpen den Firn durch die Alge des rothen Schnees (Chlamidococcus nivalis) bis wenigstens 1 Cm. unter der Oberfläche gefärbt. Die Wärmestrahlen der Sonne und die durch die Athmung erzeugte Wärme können hier wol keine Wirkung äußern, da sie sogleich durch das Schmelzen des Schnees verbraucht werden. In Uebereinstimmung damit findet auch nach den Beobachtungen der schwedischen Polarexpedition 1872—73 bei Spitzbergen an der winterlichen Algenvegetation des Meeres bei dauernder Temperatur desselben unter 0° Wachsthum des Thallus und Bildung von Fortpflanzungszellen statt[2]).

Wie das Wachsthum um so mehr sich verzögert, je weiter die Temperatur vom Optimum entfernt liegt, veranschaulichen die Versuche, welche Sachs in constanten Temperaturen (mit Schwankungen von 2 bis höchstens 3° R.) anstellte, bei denen z. B. an Maiswurzeln folgende Resultate sich ergaben.

Dauer.	Temp. n. Réaumur.	Wachsthumseffect (erreichte Wurzellänge).
48 Stunden	34°	5,9 Mm.
—	30,6°	25,2 „
—	27,2°	55,0 „
—	26,6°	39,0 „
—	21,0°	24,5 „
zweimal 48 Stunden	13,7°	2,5 „

Diese und ähnliche Beobachtungen haben als Optimum der Wachsthumstemperatur für Wurzeln ergeben nach Sachs bei Mais + 27,2°R., bei Weizen und Gerste 22,8°, bei Feuerbohnen 21°, nach Köppen (l. c.) bei weißen Lupinen 22,4° R., Saubohnen 21,3°; für die Stengel der Keimpflanzen nach Sachs bei Mais, Weizen und Feuerbohnen + 27,2° R., bei Erbsen + 21,0°.

Unter Optimum der Wachsthumstemperatur ist also bei diesen Untersuchungen derjenige Grad verstanden, bei welchem die stärkste Streckung der in die Länge wachsenden Organe stattfindet. Allein dieser muß nicht nothwendig auch der für die Gesundheit der Pflanze zuträglichste sein; die

[1]) l. c.

[2]) citirt in Bot. Zeitg. 1875, pag. 771.

stärkste durch Wärme erzielbare Streckung von Pflanzentheilen darf nicht allgemein, vielleicht überhaupt nirgends als normaler Wachsthumsproceß gelten, eben so wenig als die ungewöhnlich starke Streckung beim Etioliren im Dunkeln. Vielmehr müßte bei der Abhängigkeit des Wachsthumes von der Temperatur das relative Quantum der gebildeten Cellulose und im Zusammenhange damit die Zahl der erzeugten Zellen, die Dicke der Zellmembranen, die Ausbildung aller Gewebe, welche zur Festigkeit der Pflanze beitragen, berücksichtigt werden. In dieser Beziehung lassen die Versuche von Bialoblocki[1]) wenigstens das sicher erkennen, daß das durch Temperatur erzielte stärkste Wachsthum und die schnellste Entwickelung schon mit krankhaften Zuständen verbunden sind. Der Boden, in welchem Roggen, Gerste und Weizen sich entwickelten, wurde in verschiedenen constanten Temperaturen erhalten. Bei + 10° C. waren die Wurzeln von normaler Beschaffenheit, stark und mit wenigen Zweigen; bei höheren Temperaturen bestanden sie aus immer dünneren und reicher verzweigten Fäden, so daß sie bei 30° schon ein filzartiges Aussehen hatten; bei 40° aber waren sie nur noch in der oberen Bodenschicht in Form eines Klümpchens filzartig zusammengewickelter Fäden entwickelt. Die oberirdischen Theile dieser Pflanzen zeigten bei + 10° zwar eine Verlangsamung der Entwickelung, aber sie waren am kräftigsten gebaut, mit mehreren Trieben bestockt und hatten dicke Halme, kurze, breite und dickfleischige Blätter. Je höher die Temperatur, desto beschleunigter war bis + 30° die Entwickelung und desto länger und schmäler die Blätter und desto dünner die Stengel. Bei 30° hatten die Pflanzen daher schon ein schwächliches kränkliches Aussehen, wiewol auch da noch wohlgebildete Aehren erzeugt wurden. Bei 40° aber war nach Verlauf einer gleich langen Zeit die Entwickelung entschieden zurückgeblieben und die Pflanzen abnorm gebildet, die Blätter übermäßig lang und schmal, die Halme kurz und dünn, und die etwa gebildeten fadendünnen Seitentriebe starben bald wieder ab; die Aehren waren dürftig, kaum blühend. Nach der Berechnung der Trockensubstanz und Asche war die Produktion bei 20° am größten, geringer bei 30°, während die bei 40° bedeutend zurückstand (die bei 10° cultivirten Pflanzen hatten zur nämlichen Zeit wegen der Verlangsamung des Wachsthums ihre Entwickelung noch nicht erreicht; ihre Production würde schließlich der bei 20° erreichten mindestens gleich gewesen sein). Wiewol bei diesen Versuchen die unmittelbare Einwirkung der Temperatur auf das Wachsthum nicht ungetrübt erkennbar ist, sondern auch Einwirkungen auf die wasseraufsaugende Thätigkeit der Wurzeln und auf andere Lebens-

[1]) Ueber den Einfluß der Bodenwärme auf die Entwickelung einiger Culturpflanzen. Dissertation, Leipzig 1872.

processe im Spiele sind, so machen sie es doch höchst wahrscheinlich, daß diejenige Temperatur, welche für die cellulosebildende Kraft der Pflanze am günstigsten ist und die kräftigste Ausbildung der Theile, die größte Festigkeit der Gewebe erzeugt, niedriger liegt als diejenige, bei welcher die Streckung der im Längewachsthum begriffenen Organe am meisten beschleunigt ist, und daß also diese letztere Temperatur für die Pflanze schon von krankhaftem Einfluß ist.

Wirkungen der Temperaturschwankungen.

Nach Köppens'[1]) Angaben, die jedoch durch Untersuchungen von Pedersen[2]) wieder in Frage gestellt werden, üben Temperaturschwankungen einen ungünstigen Einfluß auf die Schnelligkeit des Wachsthums aus, wie z. B. folgende an Lupinen gewonnene Zahlen veranschaulichen:

Dauer.	Constante Temperatur.	Wachsthumseffect (erreichte Wurzellänge).
144 Stunden	15,1° C.	110 Mill.
144 „	15,1° C., aber 2 mal tägl. bis 20° C. erwärmt.	88 „
144 „	15,1° C., „ „ „ „ „ 30° C. „	56 „

Hiernach würde trotz der größeren Wärmemenge, die in den beiden letzten Fällen verabreicht worden war, und trotzdem daß die Temperaturen, auf welche zeitweilig erwärmt wurde, dem Optimum näher liegen (pag. 208) als die constante Temperatur, eine bedeutende Verlangsamung des Wachsthums eingetreten sein, die man als Folge der Schwankungen erklären müßte.

Störung der Wurzelthätigkeit.

III. Die Wurzelthätigkeit, d. h. die Wasseraufnahme durch die Wurzeln ist ebenfalls von der Temperatur abhängig, und aus dieser Abhängigkeit können für manche Pflanzen krankhafte Zustände folgen. Nach den Beobachtungen von Sachs[3]) nehmen Tabak- und Kürbispflanzen mit ihren Wurzeln aus einem feuchten Boden, wenn derselbe nur + 3 bis 5° C. warm ist, schon nicht mehr so viel Wasser auf, um einen schwachen Verdunstungsverlust zu ersetzen, und werden welk. An Topfpflanzen, besonders an wärmebedürftigeren, ist dies keine seltene Erscheinung; Begießen hilft hier nichts, sondern kann sogar schaden, wenn die Erde schon sehr feucht war; aber durch geeignete Erwärmung der Erde und Wurzeln, wodurch diese wieder zur Thätigkeit angeregt werden, können die Pflanzen sich wieder erholen. Bei Gewächsen, die unserer kälteren gemäßigten Zone angepaßt sind, scheint die untere Temperaturgrenze der Wurzelthätigkeit tiefer zu liegen; denn Brassica Napus und oleracea nehmen nach Sachs auch aus einem nahezu 0° C. kalten Boden noch genügend Wasser auf, um

---

[1]) l. c. pag. 17.

[2]) Arbeiten des botan. Inst. in Würzburg IV. 1874.

[3]) Bot. Zeitg. 1860, pag. 124.

einen mäßigen Verdunstungsverlust zu ersetzen. Im freien Lande dürften die krautartigen Pflanzen schwerlich von dem auf diesem Grunde beruhenden Mißverhältniß zwischen Wasseraufsaugung und Transpiration betroffen werden, da zur Zeit, wo sie vegetiren, meist der Frost aus dem Boden gewichen ist oder ein Spätfrost nur die oberste Bodenschicht ergreift. Die tiefwurzeligen Laubbäume sind durch ihre späte Belaubung und durch die Wärme des Bodens in tieferen Schichten geschützt. Anders ist das Verhältniß bei jungen immergrünen Nadelbäumen, deren mehr seichte Wurzeln im Bereiche des Frostes entwickelt sind. Wahrscheinlich ist als eine hierher gehörige Krankheit die sogenannte Schütte zu betrachten, welche vorzugsweise an jungen Kiefern, besonders 2- bis 5jährigen Sämlingen, im zeitigen Frühjahre auftritt, wobei die Nadeln schnell braun oder rothbraun und dürr werden und abfallen; die Pflanzen gehen in Folge dessen ein oder erholen sich erst nach längerer Zeit wieder. Nach den vieljährigen darüber angestellten Beobachtungen Ebermayer's[1]) ist kaum zu bezweifeln, daß die Schütte die Folge ist einer durch die warme Frühjahrssonne in den Nadeln angeregten Verdunstung, während gleichzeitig die Wurzeln in dem noch kalten Boden noch keine wasseraufsaugende Thätigkeit ausüben, so daß die Pflanzen, die noch nicht im Besitze eines sehr entwickelten Holzkörpers sind, also selbst wenig Wasser enthalten, alsbald den Nadeln keine genügende Feuchtigkeit mehr zuführen können. Denn die Krankheit tritt nach jenen Beobachtungen besonders in trockenen Frühjahren ein, in denen die Tage warm, die Nächte kalt sind; häufiger in der Ebene als in den Gebirgen, und besonders stark an den Süd- und Westseiten der Berge, fast nie an den Nordabhängen; ferner in freien Lagen besonders stark, dagegen nicht dort, wo benachbarter Waldbestand ꝛc. gegen die Mittagssonne schützt; ebenso entgehen die Pflanzen der Schütte, wenn sie mit Reisig u. dergl. bedeckt sind, selbst schon, wenn sie unter hohen Gräsern oder Sträuchern wachsen, wodurch die Insolation abgehalten wird. In der That fand Ebermayer die Temperatur des Bodens zur Zeit, wo die Schütte sich zeigt, bis zu 1,3 M. Tiefe in der Regel noch nicht + 4° R., während die Lufttemperatur im Schatten nicht selten auf 20° steigt. Daher sind auch warme Regen, lange liegenbleibender Schnee, Streubedeckung und alles was die Abkühlung des Bodens verhindert oder vermindert, desgleichen Lockerung eines zu festen und Entwässerung eines zu nassen Bodens, überhaupt alles was die Durchwärmung des Bodens erleichtert, Schutzmittel gegen die Schütte[2]).

[1]) Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden (Resultate der forstl. Versuchsstat. in Bayern I. Aschaffenb. 1873).

[2]) Nach Niederschrift des obigen wurde mir eine Arbeit von G. Holzner (Die Beobachtungen über die Schütte der Kiefer ꝛc. Freising 1877. Vergl.

Störung der Chlorophyllbildung.

IV. Zur Ergrünung der Chlorophyllkörner ist nicht blos das Licht, sondern auch eine gewisse Temperatur erforderlich. Die untere Temperaturgrenze liegt nach Sachs[1]) für Phaseolus multiflorus, Zea Mais und Brassica Napus oberhalb + 6° C., bei Pinus Pinea zwischen + 7 und 11° C., die obere für die genannten Pflanzen etwas oberhalb + 33° C., für Allium cepa oberhalb + 36° C. Wenn daher die Pflanzen jenseits dieser Temperaturgrenzen sich befinden und dabei sich noch zu entwickeln vermögen, so bleiben die neugebildeten Blätter gelb, wie beim Etioliren im Dunkeln. Das Unterbleiben der Chlorophyllbildung in zu stark erwärmten Glashäusern wurde schon von Decandolle[2]) beobachtet und „falsches Etiolement" genannt. In kühlen Frühjahren sind ebenfalls derartige Erscheinungen an Kräutern wie an Holzpflanzen hin und wieder zu beobachten. Auch in den Alpen sah ich unmittelbar am Rande des Firns Soldanella, die vor kurzem erst vom Schnee frei geworden war und soeben ihre Blätter aus der Knospe entfaltet hatte, etiolirt. Dagegen muß wol der winterlichen Algenvegetation der nordischen Meere und der Alge des rothen Schnees, von denen oben die Rede war, auch die Fähigkeit bei 0° Chlorophyll zu bilden, zuerkannt werden.

Das Unterbleiben der Chlorophyllbildung in Folge niederer Temperatur läßt sich am besten an unseren zeitigen Frühjahrs-Monokotyledonen beobachten. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Colchicum speciosum, Ornithogalum pyramidale, Tulipa turcica, Agraphis patula und campanulata, Galanthus nivalis und plicatus, Leucojum vernum, Allium ursinum, Arum maculatum, an denen ich die Erscheinung untersucht habe. Gewöhnlich sind die jungen aus der Erde kommenden Blätter nahe der Spitze in einer mehr oder weniger großen Strecke gelb oder weiß gefärbt und oft an diesen Stellen noch von einigen grünen Streifen mehr oder weniger durchzogen: der später aus der Erde hervorschiebende übrige Theil des Blattes kommt grün zum Vorschein, wenn inzwischen die Temperatur wieder gestiegen ist. Gewiß ist, daß oft mit steigender

---

auch Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 856) bekannt, in welcher er gegen Ebermayer die Ursache der Schütte in einer direkten Frostwirkung sucht. Zuzugeben ist freilich, daß die Umstände, welche nach Ebermayer die Schütte verhüten, solche sind, die zugleich vor Wärmeausstrahlung, vor Erfrieren der Pflanzen schützen; aber ich finde nicht, daß die vorgebrachten Bemerkungen die Ebermayer'sche Erklärung entkräften; ein Beweis ist freilich dort wie hier nicht erbracht. Daß Kiefern oder einzelne Aeste derselben erfrieren können und die Nadeln dadurch absterben, roth werden und abfallen, ist ja nicht bestritten, und wenn man das auch Schütte nennt, so ist selbstverständlich Frostbeschädigung mit zu den Ursachen der Schütte zu rechnen.

[1]) Experimentalphysiologie, pag. 55.

[2]) Physiologie vègétale III. pag. 1114.

Temperatur das Gelb in Grün sich verwandelt, indem mit Eintritt ihrer Bedingung die Chlorophyllbildung nachgeholt wird, und das ist auch die bisherige gewöhnliche Annahme in der Physiologie. Sehr oft aber bleibt auch trotz Erhöhung der Temperatur die Gelbfärbung constant und erhält sich bis tief in den Sommer hinein, es erfolgt überhaupt keine Ergrünung der gelben und weißen Stellen, während der übrige Theil des Blattes normal grün und lebendig ist. Es tritt also eine chronische partielle Gelbsucht (icterus) und Bleichsucht (chlorosis) ein, im Aussehen genau gleich den gewöhnlich totalen gleichnamigen Krankheiten, welche die Folgen des Eisenmangels in der Nahrung sind. Gleich nach der Entstehung in den Kältetagen findet man in den gelben (icterischen) Stellen die Chlorophyllkörner der Mesophyllzellen von gelbgrüner Farbe, aber im übrigen nicht, auch nicht in ihrer normalen Vertheilung in der Zelle, verändert. Wo diese Stellen in die farblosen (chlorotischen) übergehen, findet man alles ebenso, aber die Chlorophyllkörner farblos, übrigens ein wenig kleiner und minder zahlreich. Die übrigen Zellen der farblosen Partien stellen das Extrem dar: das Protoplasma enthält nur feine Körnchen, keine Chlorophyllkörner; es bildet einen Saftraum, der oft von Plasmasträngen durchströmt ist und hat einen wandständigen Zellkern. Diese gleichzeitig vorhandenen verschiedenen Zustände können wol nur so gedeutet werden, daß die Zellen in sehr verschiedenen Entwickelungsstadien von der die Chlorophyllbildung hemmenden kühlen Temperatur überrascht wurden. Daß auch später bei günstiger Temperatur Ergrünung der bleichen Stellen nicht eintritt, hat vielleicht seinen Grund darin, daß diese Zellen nur in demjenigen jugendlichen Ausbildungszustande Chlorophyllkörner bilden können, in welchem dies normal geschieht, aber nicht mehr dann, wenn sie durch die Gesammtentwickelung der Gewebe diesen Ausbildungszustand überschritten haben. Ein Widerspruch hiermit ist es nicht, daß durch Dunkelheit etiolirte Pflanzentheile am Lichte fast zu jeder späteren Zeit nachträglich ergrünen, denn durch Dunkelheit wird eben gerade die Zelle auf jenen frühzeitigen Entwickelungsstadien zurückgehalten, was bei niederer Temperatur gerade gar nicht der Fall ist. Während des Sommers verlieren die chlorotischen Zellen immer mehr ihr Protoplasma; an die Stelle desselben tritt wässerige Flüssigkeit, endlich Luft; die Zellen collabiren etwas, sterben langsam ab, wobei die bleichen Stellen sich oft schwach bräunen, auch die benachbarten Zellen theilweis mit in die Desorganisation hinein gezogen werden und die Chlorophyllkörner derselben sich auflösen.

D. Ungenügende Dauer der Vegetationstemperatur.

Ungenügende Dauer der Vegetationstemperatur.

Für die vollständige Entwickelung einer Pflanze ist außer der für die einzelnen Lebensfunctionen erforderlichen Höhe der Temperatur auch eine

gewisse Dauer dieser Vegetationstemperatur nothwendig. Wir wissen, daß dieselbe den klimatischen Verhältnissen der Heimath der Pflanze angepaßt ist, lang bei Gewächsen der wärmeren Länder, sehr kurz bei denen der kalten Zone und der höheren Gebirgsregionen. Höhe und Dauer der Temperatur sind daher mit die wichtigsten Factoren, welche die geographische Verbreitung, die Abhängigkeit der Pflanzen vom Klima bedingen. Sie sind die Ursache, daß jede Pflanzenart in einer bestimmten geographischen Breite gegen die Pole hin, sowie in einer je nach dem Breitengrad verschiedenen Höhe über dem Meere verschwindet. Werden daher Pflanzen südlicher oder gemäßigter Klimate in nördlicheren Breiten oder in rauheren Gebirgsgegenden cultivirt, so kann die geringere Wärmemenge und kürzere Dauer des Sommers nicht mehr genügend sein, um die Pflanze zur vollständigen Entwickelung, zum Blühen und zur Fruchtreife gelangen zu lassen, oder es ist solches nur noch in den günstigsten, nach Süden geneigten Lagen möglich. Die Nichterfüllung dieser Bedingungen hat daher für solche Pflanzen nachtheilige Folgen in der angegebenen Beziehung. Die einzelnen Pflanzen verhalten sich bekanntlich hierin verschieden, indem jede ihre eigenen klimatischen Ansprüche hat. Diese für den Pflanzenbau, besonders in den Gebirgen und den nördlichen Gegenden unseres Erdtheiles, tief eingreifenden Verhältnisse können hier nicht näher erörtert werden, da alle specielleren Betrachtungen hierüber mehr der Pflanzengeographie und Phänologie als der Pathologie angehören.

Drittes Kapitel.

Art und Beschaffenheit des Mediums.

A. Unpassendes Medium.

Unpassendes Medium.

Die Medien, in denen in der Natur Pflanzen und Pflanzentheile vorkommen, die Gewässer, der Erdboden und die Luft, sind bekanntlich im Allgemeinen für jede Pflanzenart so fest bestimmte, daß wir dieselben darnach in Landpflanzen und Wasserpflanzen, ihre Theile als ober- und unterirdische, schwimmende und untergetauchte unterscheiden. Das Vorkommen in dem natürlichen Medium ist vielfach für die Pflanze oder den Pflanzentheil eine Bedingung des Lebens oder der normalen Entwickelung. Von den mannigfaltigen Einwirkungen, welche ein unpassendes Medium auf die Pflanze hervorbringt, sind hier nur diejenigen anzuführen, welche tödtlich oder entschieden krankmachend sind.

Wasserpflanzen.

Bei den eigentlichen Wasserpflanzen, mit Ausnahme der amphibischen, kann Wasser als Medium für eine nothwendige Lebensbedingung gelten, wenigstens bei den untergetauchten, deren Theile bekanntlich an der Luft und unbenetzt rasch vertrocknen. Solche mit schwimmenden Blättern, wie

Hydrocharis morsus ranae, die Nymphäaceen, Wasserlinsen, vermögen nach zurückgetretenem Wasser auf feuchtem Boden noch einige Zeit zu vegetiren, wobei die ersteren sehr kurze Blattstiele und dem Boden fast anliegende, ziemlich kleine Blätter entwickeln; aber jeder stärkere Grad von Entwässerung des Bodens tödtet sie.

Unterirdische Theile der Landpflanzen.

Das den Landpflanzen zuträgliche Medium ist bekanntlich der Erdboden für die Wurzeln, beziehendlich auch für die Rhizome, Knollen oder Zwiebeln (alle gewöhnlich sogenannten unterirdischen Organe), und die Luft für alle übrigen Theile. Daß bei den Landpflanzen der Erdboden auch durch eine wässerige Lösung der Nährstoffe ohne Schaden ersetzt werden kann, geht aus den günstigen Erfolgen der in der Physiologie üblichen Wasserculturen hervor. Jedoch sind Wurzeln der Landpflanzen, die im Boden sich ausgebildet haben, nicht ohne weiteres der Ausübung ihrer Function im Wasser fähig; häufig sterben sie nach dem Umsetzen ab, und es bilden sich aus dem oberen Theile der Wurzel neue von der (unten beschriebenen) Organisation der Wasserwurzeln, die den veränderten Thätigkeiten angepaßt ist, welche die Wurzel in einem flüssigen Medium auszuüben hat. Und ebenso bilden sich die Wurzeln im Wasser cultivirter Pflanzen beim Umsetzen in Erde erst in der Form von Erdwurzeln weiter, ehe wieder eine genügende Wurzelthätigkeit stattfindet und die inzwischen welk gewordenen Pflanzen sich wieder erholen.

Veränderungen der Landwurzeln im Wasser.

Wenn Wurzeln der Landpflanzen im Wasser sich entwickeln, so erleiden sie mehr oder minder eine abnorme Gestaltsveränderung: sie werden sehr lang, bleiben aber dünner und haben daher eine regelmäßige schlank fadenförmige Gestalt, bilden auch ihre Zweige in regelmäßigerer Anordnung und Vollständigkeit aus, als im Boden; und da auch alle Wurzelzweige sich stark strecken und sich in ihrer ganzen Länge wiederum verzweigen, so werden aus solchen Wurzeln, wenn sie lange Zeit im Wasser sich entwickelt haben, große filzige Massen. Der stärkste Grad dieser Bildung sind die sogenannten Fuchsschwänze oder Wurzelzöpfe, die sich in Drainröhren, Wasserleitungen u. dgl. entwickeln und oft von einer Länge von mehreren Metern und von der cylindrischen Form der Röhre, in der sie stecken, angetroffen werden, wobei sie den Abdruck der Unebenheiten der Röhre erkennen lassen. Die Wasserwurzeln der Landpflanzen sind wasserreicher, turgescenter und spröder, und vertrocknen außerhalb des Wassers schneller als die in der Erde gebildeten. Ihre Zellen haben größere Länge und geringere Breite, die Bildung von Wurzelhaaren unterbleibt bei manchen Pflanzen ganz, bei andern bilden sich solche, doch oft in geringerer Entwickelung; auch entstehen in der innern Rinde unregelmäßige Lufträume durch Trennung und Schrumpfung der Zellen. Die Epidermis und die primäre Rinde werden im Wasser zeitiger des-

organisirt; und wo darunter eine Korklage sich bildet, wird diese an den Wasserwurzeln oft zeitig der Länge nach zerrissen und endlich abgestoßen durch eine üppige Zellenvermehrung der secundären Rinde, deren Zellen sich radial strecken und dabei lufthaltige Intercellularräume bilden, so daß sie ein weißes schwammiges Gewebe darstellen[1]). In schwächerem Grade treten diese morphologischen und histiologischen Veränderungen schon hervor, wenn die Wurzeln in sehr nassem Boden sich entwickeln[2]).

Schädlicher Einfluß der Untertauchung auf oberirdische Pflanzentheile.

Die oberirdischen Theile der Landpflanzen müssen in der Luft, dürfen weder unter Wasser noch im Erdboden sich befinden. Ist eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, so sind krankhafte Zustände die Folge. Mer[3]) fand Untertauchung meist von schädlichem Einfluß auf die Luftblätter der Landpflanzen (unschädlich z. B. für Epheublätter). Die tödtliche Wirkung tritt je nach Arten ungleich schnell ein. Junge Blätter leiden weniger als alte. Aber sie bilden unter Wasser kein Stärkemehl im diffusen Licht, nur Spuren davon im Sonnenlichte, und die vorhandene Stärke geht bald verloren, was mit Böhm's Beobachtungen übereinstimmt, wonach grüne Blätter von Landpflanzen in kohlensäurehaltiges Wasser getaucht, sobald sie wirklich benetzt sind, keinen Sauerstoff mehr abscheiden. Noch nicht erwachsene Blätter wachsen unter Wasser nicht weiter. Zuletzt dringt das Wasser in die Lufträume des Blattparenchyms ein, und die Blätter verderben. Daher bleiben bei Ueberschwemmungen oberirdische grüne Theile der Landpflanzen nicht ohne Schaden längere Zeit vom Wasser bedeckt. Nach den Wahrnehmungen, die Robinet[4]) in davon betroffenen Baumschulen machte, litten nach zweitägiger Bedeckung mit Wasser oder starben gänzlich ab die meisten derjenigen Pflanzen, an denen sich eine 10—12 Cm. hohe Schlammschicht abgesetzt hatte, während die nicht vom Schlamme bedeckten oder davon gereinigten nicht litten. Platanen, Erlen, Ulmen wurden auch durch die Schlammbedeckung nicht beschädigt, und Pappeln und Trauerweiden entwickelten sogar aus der Stammbasis Wurzeln in den Schlamm.

Verschüttung.

Auch eine theilweise Verschüttung, bei welcher Stamm- oder Stengeltheile, die ursprünglich an der Luft gewachsen waren, mit Erde bedeckt werden, ist nachtheilig, wie z. B. an steilen Lagen bei Erdabwaschungen in Folge starker Regengüsse oder wenn mit Bäumen bestandenes unebenes

---

[1]) In ähnlicher Weise wie es in weit stärkerem Grade normal an den Schwimmwurzeln von Jussiaea vorkommt (vgl. Frank, Beitr. z. Pflanzenphys., pag. 152.)

[2]) C. Perseke, Ueber die Formveränderung der Wurzel in Erde und Wasser. Dissertation, Leipzig 1877.

[3]) Bull. de la soc. bot. de France 1876, pag. 243.

[4]) citirt in Wiener Obst- und Gartenzeitung 1876, pag. 37.

Terrain planirt worden ist, wobei Bodenaufschüttungen um die Stämme vorgenommen wurden. Die meisten Gehölze vertragen letzteres schwer und gehen darnach bald ein. Ungleich weniger empfindlich dagegen sind diejenigen Pflanzen, an deren natürlichen Standorten solche Bodenveränderungen etwas häufiges sind, wie die Pflanzen der Dünen und der Flußufer, als Weiden, Pappeln, Hippophaë rhamnoides, welche auch aus völliger Verschüttung wieder hervorzuwachsen vermögen. Die Veränderungen, welche an solchen für ein Leben in der Luft eingerichteten Pflanzentheilen beim Versetzen in ein unnatürliches Medium eintreten, sind nicht genauer erforscht; der Abschluß gegen Luftzutritt dürfte eine wichtige Rolle dabei spielen. Ebenso unbekannt ist es, worauf die Unempfindlichkeit gewisser Pflanzen in dieser Beziehung beruht; dieselben bilden zwar an den verschütteten Theilen leicht Adventivwurzeln, allein das ist eben nur die Folge davon, daß sie unter solchen Verhältnissen am Leben bleiben.

Oberflächliche Lage des Samens.

Hier würde sich auch der Schaden anschließen, den die Lage der Samen auf der Oberfläche des Bodens für die Keimung hat, und der auf den hier stattfindenden starken Schwankungen der Feuchtigkeit beruht, welche unter Umständen einen für den jungen Keimling tödtlichen Grad von Trockenheit herbeiführen können. Wir betrachten diese Erscheinung zusammen mit den schädlichen Einflüssen der zu tiefen Lage des Samens im folgenden Absatze.

B. Ungenügende Durchlüftung des Bodens.

Ungenügende Durchlüftung des Bodens.

Der Erdboden muß in einem gewissen Grade dem Luftwechsel zugänglich sein, wenn in ihm Samen keimen und Wurzeln leben sollen, weil alle lebenden Pflanzentheile Sauerstoff bedürfen. In einem Boden, in welchem der von den Wurzeln verzehrte Sauerstoff nicht durch Luftzutritt wieder ersetzt wird, müssen jene absterben, ersticken, wie wir es mit Rücksicht auf die Todesursache bezeichnen können. Wir stellen hierher eine Reihe von Krankheitserscheinungen, von denen einige unbestritten durch mangelhaften Zutritt von Sauerstoff verursacht werden, bei anderen dieses zwar nur hypothetisch, aber mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist. Ungenügende Durchlüftung ist die Folge verschiedener Ursachen: mit zunehmender Tiefe wird die Luftbewegung immer geringer; ferner sind die Eigenschaften des Bodens, hinsichtlich seiner Dichtigkeit, Porosität und Durchlässigkeit sowie seiner wasserhaltenden Kraft und endlich die in ihm wirklich vorhandene Wassermenge hierauf von Einfluß.

Ungeeignete Lage der Samen.

1. Ungeeignete Lage der Samen im Boden. Die Erfahrung lehrt, daß in einer gewissen mäßigen Tiefe unter der Oberfläche des Bodens die größte Anzahl der ausgesäeten Samen keimt, daß diese Zahl

immer geringer und auch die weitere Entwickelung der noch gekeimten Pflanzen immer schwächlicher wird, in je tieferen Lagen die Samen ausgelegt waren, und daß in einer ungewöhnlich großen Tiefe überhaupt keine Keimung mehr stattfindet, daß jedoch auch bei Auslage in der Nähe der Oberfläche des Bodens sehr oft die procentische Zahl der gekeimten Samen und die Kräftigkeit ihrer Entwickelung sich vermindert. Um den in Rede stehenden Einfluß zu veranschaulichen, wählen wir hier aus den zahlreichen hierüber gemachten Versuchen einige der von Moreau gewonnenen Resultate, die sich auf Weizen beziehen, von dem je 150 Körner in bestimmten verschiedenen Tiefen in einem und demselben Boden gleichzeitig ausgesät wurden.

Tiefe der Aussaat.	Zahl der gekeimten Körner.	Zahl der producirten Aehren.	Zahl der producirten Körner.	Ertrag.
160 Mm.	5	53	682	4fach
135 "	20	174	3818	25 "
120 "	40	400	8000	53 "
95 "	93	992	18534	124 "
65 "	130	1560	34339	229 "
50 "	140	1590	36480	243 "
40 "	142	1660	35825	239 "
25 "	137	1461	35072	234 "
10 "	64	529	10587	71 "
0 "	20	107	1600	11 "

Daraus würde sich ergeben, daß für den Weizen unter den bei dem Versuche gegebenen Verhältnissen die günstigste Tiefe zwischen 50 und 40 Mm. lag.

Das Unterbleiben der Keimung in sehr großer Tiefe erklärt sich aus dem ungenügenden Zutritt von Sauerstoffgas, welches ein Bedürfniß für die Keimung ist. Wenn die Samen aber nicht in solcher Tiefe, jedoch noch beträchtlich unter der günstigsten ausgelegt worden sind, so findet zwar Keimung statt, aber das Keimpflänzchen vermag häufig das Licht nicht zu erreichen, man findet es bis zu irgend einer Höhe im Boden gewachsen und dann abgestorben. Die Todesursache kann hier eine doppelte sein: entweder wiederum Mangel an respirabler Luft, oder eine endliche Erschöpfung der aus dem Samen stammenden zum Wachsthum der Keimtheile erforderlichen Reservenährstoffe bevor eine Ergrünung am Lichte eintreten konnte, ohne welche eine Selbsternährung unmöglich ist. Bei Keimpflanzen, deren Cotyledonen über der Erde entfaltet werden, streckt sich bekanntlich das hypocotyle Glied so lange bis jene über dem Boden erscheinen, während bei Pflanzen mit unterirdisch bleibenden Cotyledonen die auf letztere folgenden Stengelglieder ein solches Längewachsthum erleiden, um die Plumula an's Licht zu bringen. Diese Streckungen sind als ein durch den Lichtmangel im Boden bedingtes Etiolement zu

betrachten[1]) und sie sind ein sehr gutes Hülfsmittel für die Keimpflanzen, um sich aus jener ungeeigneten Lage zu befreien. Allein bei sehr tief ausgelegten Samen kann schließlich alles disponible Material des Samens zu diesem Wachsthume verwendet sein, ohne daß das Ziel erreicht ist. Bei solchen ganz im Boden entwickelten Keimpflanzen dürfte aber auch die Berührung der etiolirten Theile mit dem feuchten Erdreich von einem ungünstigen Einflusse sein, dem an der Luft gebildete vergeilte Theile nicht ausgesetzt sind. Aus der starken Erschöpfung der Reservestoffe, die damit verbunden ist, erklärt sich wol auch genügend die oft lange anhaltende Schwächlichkeit solcher Pflanzen, welche sich beim Keimen aus großer Tiefe heraufgearbeitet haben, und dürfte zu vergleichen sein mit der ähnlichen Erscheinung, welche eintritt, wenn man die Samen nach Wegschneiden der Reservestoffbehälter keimen läßt (s. pag. 28). Der ungünstige Erfolg, der sich zeigt, wenn die Keimung sehr nahe an der Bodenoberfläche stattfindet, rührt von den ungenügenden Feuchtigkeitsverhältnissen her, welche hier eintreten können. Die Keimwürzelchen an der Oberfläche des Bodens liegender Samen bleiben, besonders bei einer sehr unebenen und stellenweis dem Eindringen Hindernisse bietenden Oberfläche, nur dann am Leben, wenn ihnen ununterbrochen Feuchtigkeit geboten wird, bis ihnen das tiefere Eindringen gelungen ist; andernfalls verwelken sie und sterben. Kommt bald Feuchtigkeit, so kann das noch lebendige junge Keimpflänzchen neue Adventivwurzeln treiben, die dann vielleicht ein besseres oder auch wieder dasselbe Schicksal haben. Ueberhaupt ist dann die Gefahr nahe, daß der ganze Keim vertrocknet und verdirbt, denn Samen, welche einmal zu keimen begonnen haben, vertragen dann nicht diejenige Austrocknung mehr, welche für ungekeimte schadlos ist. So erklärt sich nicht nur das häufige Fehlschlagen der Keimung, sondern auch die schwächere Entwickelung der Pflanze bei ungenügend tief untergebrachter Saat.

Mit den vorstehenden Erörterungen steht offenbar auch leidlich gut die alte Gärtnerregel im Einklange, wonach man große Samen tief, kleine seicht, oder überhaupt jeden Samen so tief als sein größter Durchmesser beträgt, unterbringen soll. Allein sie genügt nicht zur Erzielung einer möglichst großen Ernte unter Vorsehung der ungünstigsten Witterungsverhältnisse. Aus dem oben Gesagten ging hervor, daß bei Voraussetzung einer constanten genügenden Feuchtigkeit an der Oberfläche des Bodens die Aussaat in der obersten Bodenschicht das günstigste Resultat liefern muß, weil sie alle Nachtheile einer tieferen Unterbringung vermeidet, daß dagegen bei Eintritt sehr trockener Witterungsverhältnisse diese nämliche Aussaat ein viel schlechteres Resultat liefern wird, als eine größere Tiefe, bei welcher der Schutz vor der Trockenheit den nachtheiligen Einfluß der tieferen Versenkung noch überwiegt. Die günstigste Tiefe in diesem Sinne, welche Tietschert[2]) als „rationelle

[1]) Frank in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. II. pag. 75.
[2]) Keimungsversuche mit Roggen &c. Halle 1872.

Maximaltiefe" bezeichnet hat, ist von dem Genannten durch vergleichende Versuche ermittelt worden. Selbstverständlich ist dieselbe je nach Bodenarten sehr verschieden, weil diese hinsichtlich der Permeabilität für Luft und der Feuchtigkeitsverhältnisse sich verschieden verhalten. Sie beträgt

	im Sand	im kalkhaltigen Lehm	im Humus	im Thon
für Roggen	10,8 Cm.	5,4 Cm.	8 Cm.	5,4 Cm.
für Raps	7,3 Cm.	5,4 Cm.		3,5 Cm.

Die Versuche zeigten, daß bei dauernd genügender Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten seichtere als die angegebenen Lagen günstigeren Erfolg hatten.

Wurzelfäule.

2. **Nässe und Undurchlässigkeit des Bodens als Ursache des Aussauerns oder der Wurzelfäule.** Das in der Erdkrume enthaltene Wasser ist durch Capillarkräfte in derselben festgehalten, indem die kleinsten festen Theilchen, aus denen dieselbe besteht, kleine Räume zwischen sich lassen, in welchen Flüssigkeiten capillar angezogen werden, so daß jedes Bodenpartikel von einer kleinen Wasserhülle umgeben ist, deren Dicke je nach dem Feuchtigkeitsgrade größer oder geringer ist. In einem Boden, den wir als trocken oder mäßig feucht bezeichnen, sind die Lücken zwischen den Bodentheilchen nicht völlig von Wasser erfüllt, sondern lufthaltig, und die Luftkanälchen stehen mit der Luft über der Bodenoberfläche in Communication. Wurzeln, die in solchem Boden wachsen, befinden sich sammt ihren Wurzelhaaren im Contact sowol mit den von Wasserhüllen umgebenen Erdkrümchen, als auch mit den lufthaltigen Capillaren. Wird dem Boden immer mehr Wasser zugesetzt, so werden die Wasserhüllen um die festen Theilchen dicker, die Capillaren immer mehr mit Wasser angefüllt, und es tritt endlich der Punkt ein, wo der Boden mit Wasser gesättigt ist, d. h. wo er nicht im Stande ist, noch weiter zugesetzte Flüssigkeit durch Capillarattraction festzuhalten. Diesen Punkt erkennt man daran, daß die Erde (z. B. in Blumentöpfen) unten soviel Wasser abfließen läßt, als ihr oben beim langsamen Begießen zugesetzt wird. Im freien Lande hat der Boden diese letztere Beschaffenheit an allen dauernd feuchten Stellen, besonders wo stagnirende Nässe herrscht. In jedem Boden, dessen Poren in dieser Weise mit Wasser verstopft sind, ist die Bewegung der Luft in hohem Grade erschwert. Auch von der Menge und Größe seiner Poren muß die Durchlässigkeit des Bodens für Luft abhängig sein. Hier stehen auf der einen Seite die lockeren, grobkörnigen Sandböden als diejenigen, welche die Luftbewegung am meisten begünstigen, da sie sogar bei zeitweiliger Erfüllung mit Wasser dieses bald wieder durch ihre großen Poren abfließen oder verdunsten lassen. Im Gegensatz dazu zeichnen sich die Lehm- und Thonböden und auch manche äußerst feinkörnige, dichte und feste Sandschichten wegen ihrer sehr geringen Porosität und großen Festigkeit durch eine weit geringere Durchlässigkeit für Luft aus, die im feuchten Zustande noch mehr

vermindert wird, weil die kleinen Poren sich durch Wasser schnell erfüllen und dieses mit großer Kraft in sich festhalten.

Nur die auf sumpfigen Standorten wachsenden Pflanzen ertragen die soeben charakterisirte vollständige Sättigung des Bodens mit Wasser schadlos, ja für sie ist sogar eine solche Bodenbeschaffenheit Bedingung, denn die auf solche Standorte angewiesenen Arten von Gräsern und Halbgräsern zeigen auffallend geringere Entwickelung, spärlichere, kürzere und kümmerliche Triebe, wenn der Boden, in welchem sie stehen, jenen Feuchtigkeitsgrad eingebüßt hat.

Für alle diejenigen Landpflanzen aber, welche nicht eigentlich nasse Standorte haben, ist eine Ueberfüllung des Bodens mit Wasser schädlich. Insbesondere gilt dies von solchen Pflanzen, deren Wurzeln sich bereits in einem mäßig feuchten Erdreich entwickelt hatten. Die in Folge dessen eintretende Verderbniß ist in der Praxis unter dem Namen Aussauern bekannt. Um das Wesen der Sache genauer auszudrücken, kann man sie als Wurzelfäule bezeichnen. Sie zeigt sich sowol an Topfpflanzen, wenn diese beharrlich so stark gegossen worden sind, daß die Erde im wassergesättigten Zustand erhalten worden ist, als auch im freien Lande nach ungewöhnlich langen reichlichen Niederschlägen oder sonstigen ungeeigneten Bewässerungen, und besonders bei tiefwurzeligen Pflanzen (z. B. Umbelliferen, Leguminosen), wenn deren Wurzeln in eine sehr wasserreiche tiefere Bodenschicht gelangen (also besonders auf tiefliegenden Ländereien, wie auf Aueboden, in der Nähe größerer Wassermassen rc). Während die Pflanzen bis dahin nichts krankhaftes zeigten, werden sie, wenn der Boden seit einiger Zeit übermäßig naß ist oder wenn die tiefgehenden Wurzeln eine wasserreiche oder sonst undurchlassende Bodenschicht erreicht haben, in allen Theilen welk trotz der fortdauernden Feuchtigkeit, dann schwarz oder gelb, überhaupt so verfärbt, wie es die betreffende Species im abgestorbenen Zustande zu zeigen pflegt, und endlich dürr; die kranken Pflanzen lassen sich gewöhnlich leicht aus der Erde ziehen und man bemerkt dann, daß ihr Wurzelsystem bereits abgestorben war und darin die nächste Ursache des Welkens und Absterbens der oberirdischen Theile lag. Den Proceß dieser Krankheit verfolgte ich an einer Aussaat von Vicia Faba und Lathyrus Ochrus, die sich in der Nähe eines größeren Teiches in ziemlich niedriger Lage befand. Die krankhaften Symptome an den oberirdischen Theilen wurden bemerkbar, als die Pflanzen eben erst Blütenknospen zu zeigen begannen. Der Wurzelkörper ist dann zum größten Theil abgestorben; die Hauptwurzel im unteren Theile dürr und schwarz oder braun, die meisten Seitenwurzeln ebenfalls. Das Absterben der Gewebe beginnt in der Epidermis und schreitet successiv in die tieferen Schichten des Parenchyms fort, bei Vicia Faba unter Auftreten eines

purpurbraunem Farbstoffes in den Zellmembranen. Da der Tod an jedem Theile der Wurzel immer erst eintritt, wenn der schädliche Einfluß des nassen Bodens eine Zeit lang auf denselben eingewirkt hat, so sind die Spitzen der Seitenwurzeln vielfach allein noch lebendig, weiß und frisch. Dadurch ist einigermaßen noch Aufsaugung möglich, und die Holzbündel der kranken Wurzeltheile gestatten wenigstens noch eine Wasserströmung, so daß dann die oberirdischen Theile nicht sogleich sterben, sondern noch eine Zeit lang lebendig erhalten werden können. Die Blätter sterben dann von unten an in der Folge ihres Alters ab; die obersten jüngsten bleiben am längsten lebendig. Vor dem Tode sucht die Pflanze eine Anzahl neuer Adventivwurzeln besonders aus dem oberen noch saftigen und lebendigen Theile der Pfahlwurzel und selbst aus dem nahe der Bodenoberfläche befindlichen gesunden Stengelstücke zu treiben; doch auch diese Wurzeln verfallen dem nämlichen Schicksal sobald sie tiefer in den Boden eingedrungen sind, was dann erneute Anstrengungen der Pflanzen sich zu bewurzeln zur Folge hat. Bei diesem Kampfe wird wenigstens eine kümmerliche Entwickelung der oberirdischen Theile, selbst Blüten- und geringe Fruchtbildung ermöglicht.

Ausfaulen der Wintersaaten.

Denselben Einfluß auf die im Boden befindlichen Pflanzentheile kann auch die Eiskruste haben, die sich bisweilen im Frühjahre auf dem Schnee bildet in Folge von Aufthauen und Wiedergefrieren; sie verursacht ebenfalls ein Ausfaulen der Saaten.

Wurzelfäule der Bäume.

Auch an den Bäumen kommt nach R. Hartig[1]) unter ähnlichen Bodenverhältnissen, wie die vorgenannten, eine Wurzelfäule vor, und zwar hauptsächlich an Kiefern in Beständen der norddeutschen Tiefebene. Die von dieser Krankheit befallenen Bäume zeigen oft keine Veränderung in der Benadelung, fallen aber bei starkem Wind oder Schneeanhang um und zeigen dann nur die in die Tiefe gehende Pfahlwurzel völlig abgefault, während die flach unter der Bodenoberfläche verlaufende Bewurzelung gesund geblieben ist. Die verfaulten Spitzen der Pfahlwurzel und der tiefergehenden Seitenwurzeln bleiben im Boden stecken; soweit sie mit herausgezogen werden, sind sie völlig zerfasert und hellgelbbraun. Die Krone des Baumes verräth das Leiden nur durch eine etwas kürzere Triebbildung der letzten Jahre. In anderen Fällen aber macht sich die Krankheit am stehenden Baume durch Kränkeln der Krone, durch die Kürze der Triebe und Nadeln bemerklich; werden solche Bäume ausgerodet, so findet man die Pfahlwurzel an der Spitze abgefault, und bis in den Stock hinauf verharzt, wodurch die Säfteleitung aus den Seitenwurzeln in den Stamm beeinträchtigt wird. Von der ähnlichen Wirksamkeit gewisser unterirdischer

---

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878, pag. 75 ff.

parasitischer Pilze unterscheidet sich die Krankheit nach R. Hartig darin, daß die Bäume nicht vertrocknen, sondern nach dem Abfaulen der Wurzeln lebend umfallen und die flachstreichenden Wurzeln gesund bleiben, auch äußerlich erkennbare Mycelbildungen nicht vorhanden sind. Sie tritt mit dem 20- bis 30jährigen Alter auf und verbreitet sich nicht von einem Punkte aus im Laufe der Jahre weiter, sondern beginnt gleichzeitig über ganzen Beständen oder größeren Plätzen in denselben; das Umfallen erfolgt bald hier bald da und hat ein allgemeines Lückigwerden des Bestandes zur Folge. Aus den zahlreichen von R. Hartig vorgenommenen Untersuchungen hat sich ergeben, daß in allen Fällen in einer gewissen Bodentiefe sich eine Schicht befand, die sich dadurch auszeichnete, daß sie den Luftwechsel zwar nicht völlig ausschloß, demselben aber in hohem Maaße hinderlich war, und daß sie das Eindringen der Pfahlwurzel in der Jugend gestattet hatte, aber in einem gewissen Alter des Bestandes den Tod dieser Wurzeln herbeiführte. Oft trat stagnirende Nässe in einer gewissen Bodenschicht auf. Sehr häufig war ein schwerer thonreicher Lehmboden, der in der norddeutschen Tiefebene oft nesterweise oder über größere Flächen verbreitet mitten in tiefgründigem Sandboden auftritt; und es zeigte sich, daß die Wurzelfäule genau so weit ging, wie der Lehmboden reichte, während auf dem reinen tiefgründigen Sand die Bewurzelung völlig gesund war. Auch den sehr häufig auftretenden äußerst festen und feinkörnigen, Quarzmehl genannten Sand, ferner dichte Steinlager von Granitfindlingen, dichten Bauschutt und andere undurchlassende Bodenschichten hat R. Hartig bei Wurzelfäule von Kiefern vorgefunden. An anderen Nadelbäumen, die eine weniger tief gehende Pfahlwurzel haben, zeigte sich die Erscheinung in weit geringerem Grade.

Faulen ausgesäeter Samen.

Hieran reiht sich auch die bekannte Verderbniß, welche häufig Samen erleiden, die in übermäßig feuchten Boden ausgesäet worden sind: anstatt zu keimen, faulen sie; große Samen, wie Bohnen u. dergl. verwandeln sich dabei in eine stinkende jauchige Masse.

Erklärungsversuche.

Was die Erklärung des unter allen diesen Umständen eintretenden Absterbens anlangt, so befinden wir uns allerdings noch nicht im Besitz genügender Beweise, sondern sind vorerst noch auf Hypothesen verwiesen, die jedoch zum Theil von überzeugender Kraft sein möchten. Bei dem soeben genannten Verfaulen der Samen ist das Absterben wol unzweifelhaft die Folge des Mangels an respirabelem Sauerstoff. Dieser Sauerstoffmangel stellt sich als die nothwendige Folge der ungenügenden Durchlüftung des mit Wasser geschwängerten Bodens dar, denn der vorhandene Sauerstoff wird nicht nur durch den Keimproceß, sondern auch durch die langsam fortgehende Oxydation der im Boden enthaltenen organischen Verbindungen verzehrt, wofür beide Processe den Boden mit Kohlensäure bereichern.

Erkennen wir aber bei den Samen den Erstickungstodt als Ursache an, so sind wir auch genöthigt, bei der unter denselben Umständen auftretenden Wurzelfäule dem Sauerstoffmangel einen Einfluß zuzuschreiben. Auch R. Hartig[1]) sucht bei der Wurzelfäule der Kiefern die Ursache in der Entziehung des Sauerstoffes, die durch die ungenügende Durchlüftung des Bodens bedingt wird. Die Thatsache, daß die jungen Kiefern anfangs unbeschädigt ihre Pfahlwurzel in einer solchen undurchlassenden Bodenschicht entwickeln und die Krankheit erst hervortritt, wenn die Kiefern zum geschlossenen Bestande herangewachsen sind, erklärt R. Hartig daraus, daß solange der Bestand jung ist, er den Boden nicht völlig gegen die Sonne schützt und auch die Wärmeausstrahlung desselben nicht in größerem Maaße hemmt, und daß um diese Zeit auch noch keine Humus-, Nadel- und Moosdecke vorhanden ist, welche die periodische Austrocknung verhindern könnte, während im geschlossenen Bestande alle diese Verhältnisse andere geworden sind. Nun wird aber in der That durch die Temperaturschwankungen des Bodens, durch welche eine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung der Bodenluft bewirkt wird, sowie durch das periodische Austrocknen des Bodens ein Luftwechsel in demselben vermittelt. So sucht R. Hartig auch die Thatsache, daß bei Laubbäumen eine solche Wurzelfäule nicht auftritt, daraus zu erklären, daß die Laubhölzer durch ihren laublosen Zustand während der Hälfte des Jahres ein natürliches Schutzmittel dagegen besitzen, indem dadurch die Wärmeausstrahlung des Bodens im Winter und die direkte Insolation in den Monaten April und Mai mehr begünstigt wird als im geschlossenen Nadelholzbestande. Außer dem Sauerstoffmangel könnten auch noch einige andere Umstände einen Einfluß bei der Entstehung der Wurzelfäule haben. An den von mir untersuchten Wurzeln der durch Aussauern getödteten Vicia Faba befanden sich eine Menge Wunden, veranlaßt durch das Aufspringen und die abnormen, schwammigen Gewebewucherungen des Parenchyms, welche häufig auftreten, wenn Wurzeln von Landpflanzen im Wasser oder sehr nassem Boden wachsen. Dieselbe Erscheinung wird auch an holzigen Pflanzentheilen, wenn diese im Wasser stehen, beobachtet. Es ist nicht unmöglich, daß auf die Dauer solche Wunden einen schädlichen Einfluß äußern. Weiter könnte auch an eine nachtheilige Einwirkung der eigenthümlichen Zersetzungsprodukte gedacht werden, welche die organischen Bestandtheile des Bodens bei stagnirender Nässe und mangelhaftem Luftzutritt liefern. Was zunächst die Kohlensäure anlangt, die sich hierbei reichlich ansammelt, so ist an einen Versuch W. Wolf's[2]) zu denken, nach welchem Pflanzen, die man in kohlensäure-

[1]) l. c. pag. 77.

[2]) Tageblatt d. 45. Naturf. Versamml. zu Leipzig 1872, pag. 209.

reichem Wasser cultivirt, zu assimiliren aufhören und welk werden, sich aber wieder erholen, wenn sie in destillirtes Wasser gesetzt werden. Besonders aber ist auch an die eigenthümlichen Zersetzungsprodukte der organischen Substanz eines mit Wasser gesättigten Bodens zu denken, indem sich hier saure Humuskörper bilden, die möglicher Weise einen schädlichen Einfluß haben könnten. Im Parenchym der abgestorbenen Wurzeltheile fand ich nicht selten Fäden eines Pilzmyceliums von ungleicher Dicke, stellenweis mit Querscheidewänden und spärlich verzweigt, sowol zwischen den Zellen als auch quer durch den Innenraum derselben wachsend. Sie werden nicht in allen kranken Wurzeln und auch dort, wo sie vorkommen, nur zufällig an einzelnen Stellen angetroffen; mit fortschreitender Fäulniß nimmt dieses Mycelium an Entwickelung zu. Es handelt sich daher hier um einen saprophyten Pilz, der sich stellenweis an den abgestorbenen Theilen ansiedelt. Auch R. Hartig hat in den faulen Kieferwurzeln verschiedene saprophyte Pilze, unter anderen auch den Xenodochus ligniperda *Willk.* gefunden. Parasitische Einflüsse liegen also jedenfalls nicht vor.

Verhütung der Wurzelfäule.

Die Wurzelfäule oder das Aussauern wird nach dem Vorstehenden zu verhüten sein durch diejenigen Maßregeln, durch welche wir Bodendurchlüftung erreichen, also je nach Verhältnissen mäßiges Begießen, Drainage, tiefgehende Bodenlockerung, bei der Forstkultur auch eine Mischung der Kiefer mit Laubholz.

C. Folgen des Reichthums des Bodens an Feuchtigkeit und Nährstoffen überhaupt.

Hypertrophien, Mißbildungen oder Bildungsabweichungen wegen Ueberfluß an Nahrung.

Reichthum des Bodens an Feuchtigkeit, so lange er nicht den oben besprochenen schädlich wirkenden Grad erreicht, und Reichthum desselben an pflanzlichen Nährstoffen überhaupt werden allgemein und mit Recht zu den günstigsten Bedingungen für die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen gerechnet. Dennoch ist es nicht paradox, dieselben in gewissen Fällen für die Ursache pathologischer Erscheinungen zu halten. Denn ein Ueberfluß an denjenigen Stoffen, welche der Pflanze zur Bildung neuer Organe dienen, kann zu einer abnormen Verwendung, zu einem Mißbrauche derselben, wenn der Ausdruck erlaubt ist, Veranlassung geben. Dieser kann sich darin äußern, daß die Pflanze ihre Organe voluminöser, substanzreicher oder in größerer Anzahl bildet, als es die normale Regel ist. Dieser erhöhte Bildungstrieb tritt oft in excessivem Grade auf, und mit ihm können die mannigfaltigsten Formveränderungen der davon betroffenen Theile verbunden sein. In physiologischem, stofflichem Sinne können diese krankhaften Bildungen als Hypertrophien (d. h. Uebereernährungen) bezeichnet werden, von morphologischer Seite bedeutet die Bezeichnung

Mißbildung, Monstrosität, Bildungsabweichung ziemlich dieselbe Sache. Die Lehre von den Mißbildungen wird Teratologie genannt.

Ursachen der Bildungsabweichungen.

Theoretisch betrachtet kann eine übermäßige Verwendung plastischen Materiales zu Bildungszwecken unter folgenden Umständen angenommen werden. In einem Boden, der schon nährstoffreich ist, wird der bloße Eintritt reichlicherer Durchfeuchtung zu einer kräftigeren Wurzelbildung und damit zu einer um so ausgiebigeren Aufnahme von Nährstoffen führen und kann so Hypertrophien zur Folge haben. Oder wenn in der Pflanze ein Vorrath verwendbarer Stoffe vorhanden ist, und sie in eine Entwickelungsperiode oder in einen Zustand gelangt, wo solche Stoffe leicht zu Neubildungen verwendet werden, so kann Zutritt reichlichen Wassers allein schon, selbst ohne daß der Boden ungewöhnlich an Nährstoffen bereichert ist, hypertrophische Bildungen zur Folge haben. Endlich wird ganz besonders ein vereinigtes Auftreten eines ungewöhnlich reichen Quantums verwendbarer Nährstoffe und eines Wasserreichthumes (wie z. B. bei kräftiger organischer Düngung und in sogenannten guten oder reichen Böden) Veranlassung dazu geben. Auch könnten sehr wol gewisse durch die chemische Beschaffenheit des Bodens bedingte physikalische Verhältnisse mitwirkend gedacht werden, z. B. die durch humusreiche schwarze Erde bedingte höhere Temperatur des Bodens.

Aus dem Gesagten folgt, daß nicht immer im Boden die Ursache einer Bildungsabweichung gesucht werden muß. Insbesondere kann die eben angedeutete Erscheinung, daß die Pflanze einen Vorrath plastischen Materials nur an gewissen Theilen ihres Körpers zu hypertrophischen Bildungen verwendet, die Folge verschiedener Umstände sein: vor allem ist sie zu erwarten, wenn die gewöhnlichen Verbrauchsstätten von Nahrungsmaterial weggefallen sind, das gesammte Quantum bildungsfähigen Materiales sich also auf eine geringe Anzahl von Organen concentriren muß. Dieser Umstand kann dadurch gegeben sein, daß die Pflanze durch Verletzung gewisse Organe verloren hat, und wir haben in der That im vorigen Abschnitte mancherlei Bildungsabweichungen als Folgen von Wunden kennen gelernt. Er kann aber auch schon vorliegen, wenn Organe in Folge irgendwelcher kränklicher Entwickelung und gesunkener Lebensenergie nicht mehr ihr normales Quantum Nährmaterial verarbeiten, dieses also sich einen anderen Verbrauchsort sucht. Von diesem Verhältniß ist nur noch ein geringer Schritt bis zu dem, wo ohne daß der Anlaß klar erkennbar wird, in der Vertheilung des Nährstoffmateriales auf die einzelnen Organe Ungleichheiten eintreten, die nicht genau dem normalen Bedürfniß jedes derselben entsprechen und somit ihren Ausdruck finden in der abnormen Förderung der Bildung eines oder mehrerer Organe. Wenigstens läßt sich nur auf diese Weise das Auftreten mancher teratologischer Veränderungen

an einzelnen Theilen einer im übrigen völlig normalen Pflanze begreifen, für welche man vergeblich nach einer äußeren Veranlassung suchen würde. Treten unter solchen Umständen auch noch Bodenverhältnisse hinzu, welche einer Hypertrophie günstig sind, so kann jenes Mißverhältniß einen noch höheren Grad annehmen. Endlich muß man sogar in gewissem Sinne ein zufälliges Auftreten von Bildungsabweichungen zugeben, insofern als sie als Variationen, d. h. als Ausdruck der in der Pflanzennatur begründeten Fähigkeit neue Merkmale anzunehmen, erscheinen können, und da diese wie alle anderen Merkmale vererbbar sind, so können sie sich durch Vererbung steigern und befestigen (s. pag. 6).

Das Vorstehende zeigt genügend, wie mannigfaltige und für die Forschung zum Theil tief verschleierte Anlässe, einzeln für sich oder combinirt als Ursachen von Hypertrophien denkbar sind. Und daß außer den Bodeneinflüssen in der That solche andere Anlässe mit wirksam sind, geht aus der Thatsache hervor, daß sich ganz gewöhnlich in einem und demselben Boden neben mißgebildeten auch gesunde Individuen der nämlichen Art finden. Und wären die Bildungsabweichungen allein Folgen der Bodenbeschaffenheit, so müßten wir sie jederzeit absichtlich hervorrufen können, wenn wir die Pflanze in einen derartigen Boden versetzen, was keineswegs immer diesen Erfolg hat. Relativ wenige Bildungsabweichungen hat man bis jetzt experimentell mit aller Evidenz als Folgen gewisser Bodenzustände nachweisen können, indem man sie absichtlich durch Versetzen der Pflanzen in solche Verhältnisse hervorrufen konnte. Bei den betreffenden Mißbildungen wird darüber zu berichten sein. Eine Verallgemeinerung dieser Resultate auf die Bildungsabweichungen überhaupt aber ist unstatthaft, auch bei denjenigen, wo mit größter Wahrscheinlichkeit den Bodenverhältnissen die mächtigste Wirkung zuzuschreiben ist. Trotz dieses vielfach mangelnden Beweises stellen wir die Bildungsabweichungen hier unter die Wirkungen der Bodeneinflüsse, weil sie mit mehr Berechtigung an keinem anderen Orte stehen würden. Die Mißbildungen, die schon oben als Folgen von Verwundungen behandelt worden, bedürfen hier keiner Wiederholung. Ausgeschlossen sind selbstverständlich alle durch Parasiten hervorgerufenen hypertrophischen Bildungsabweichungen. In dem Umfange, in welchem wir sie hier verstehen, sind die Mißbildungen zum Gegenstand einer besonderen Disciplin, der Pflanzenteratologie, erhoben worden. Es knüpfen sich an dieselben wichtige morphologische Betrachtungen, die aber für uns nicht Hauptzweck sind, da wir sie hier nur nach ihrem pathologischen Charakter und ihren ursächlichen Beziehungen zu behandeln haben.

Eintheilung der Bildungsabweichungen.

Wir bringen die hierher gehörigen Bildungsabweichungen unter folgende Hauptgesichtspunkte: 1. Vergrößerung der Theile in ihrer normalen Ausbildungsform und in proportionalen Größenverhältnissen, 2. Vergrößerung

einzelner Organe in ihrer normalen Ausbildungsform, aber in abnormen Gestalten (in nicht proportionalen Dimensionen), 3. Vergrößerung durch Uebergang in eine andere morphologische Ausbildungsform, nämlich durch Rückschreiten oder Vorschreiten der Metamorphose, 4. Vermehrung der Zahl der Organe in normaler oder abnormer Ausbildungsform, 5. Anomalien der Anordnung der Pflanzentheile, 6. Verminderung der Zahl und des Umfanges der Organe, im Gefolge und als Compensation von Hypertrophien.

I. Vergrößerung der Theile in ihrer normalen Ausbildungsform und in proportionalen Größen.

Riesenwuchs.

1. Riesenwuchs, Verriesung (Gigantismus) d. i. die Erscheinung, wo alle Theile einer Pflanze in gleichen Proportionen und also unter Beibehaltung der normalen Form über das der Species gewöhnlich eigene Maß vergrößert sind. Solche Individuen werden Riesen genannt. Aus der Definition folgt, daß hier ausgeschlossen sind alle Vorkommnisse sehr großer und alter Bäume, sowie die durch Kultur erzeugten Formen, bei denen ein bestimmtes einzelnes Organ ungewöhnlich vergrößert ist, wie die Varietäten mit großen Blüten, Früchten, Knollen u. drgl., welche die Pflanzenzüchter oft mit dem Zusatz „Riesen" bezeichnen. Der hier gemeinte teratologische Zustand zeigt sich an einjährigen und perennirenden Kräutern; wir bemerken eine gleichmäßige Vergrößerung aller Organe von den Wurzeln bis zum Blütenstande, meist ohne irgend welche sonstigen krankhaften Veränderungen. Es ist fast immer nachweisbar, daß an Stellen, wo solche Riesen wachsen, eine für die Bedürfnisse der betreffenden Species reichliche Menge von Nährstoffen (durch Harn oder Excremente des Viehs, durch Dünger oder irgend andere stark düngende Substanzen) angehäuft, zugleich auch ein gewisser Reichthum des Bodens an Wasser vorhanden ist. Der causale Zusammenhang zwischen dem Riesenwuchs und diesen Bodenverhältnissen geht aus dem Umstande hervor, daß Pflanzen, die man aus einem sterilen Boden in ein gutes Gartenland versetzt und reichlich begießt, in mehr oder minder hohem Grade diese Erscheinung an den sich neubildenden Sprossen zeigen. Besonders gilt dies auch von den sogenannten Geilstellen auf den Aeckern, kleinen scharf umgrenzten Plätzen, wo durch das Harnlassen des Viehes die Pflanzen zu einer auffallend üppigeren Entwickelung gebracht werden. Die reichere Ernährung solcher Pflanzen hat Weiske[1]) analytisch nachgewiesen; er fand die Zusammensetzung wie folgt, und außerdem die Asche der Pflanzen von Geilstellen reicher an Alkalien, Magnesia und Schwefelsäure.

[1]) Anal. d. Landwirthsch. d. kgl. preuß. Staaten. 1871, pag. 310.

	Normale Pflanzen.	Pflanzen von Geilstellen.
Proteïn	11,00 %	20,28 %
Fett	4,18 „	4,80 „
Stickstofffreie Substanzen	56,24 „	41,30 „
Pflanzenfaser	22,54 „	26,59 „
Asche	6,04 „	7,03 „

Umgekehrt hat nach Moquin Tandon's[1]) Anführungen Desmoulins von riesigen Exemplaren der Sagittaria sagittifolia mit 3 Meter langen Blattstielen, bis 30 Cm. breiten und bis 40 Cm. langen, eigenthümlich stumpfen Blättern und unfruchtbaren Blüten, die in festem, von der Fluth bespültem Schlammgrunde an den Ufern der Gironde gewachsen waren, einen Stock in einem Topf in das Bassin des botanischen Gartens zu Bordeaux gesetzt und bemerkt, daß derselbe bald wieder spitzere Blätter von normalen Dimensionen und fruchtbare Blüten wie gewöhnlich bildete.

Unfruchtbarkeit.

Bisweilen ist mit der abnorm üppigen Entwickelung der vegetativen Organe eine Unfruchtbarkeit der Pflanze verbunden, indem entweder nur wegen der lange dauernden vegetativen Bildungsthätigkeit die Blütezeit soweit gegen das Ende der Sommerperiode hinausgeschoben wird, daß für die Fruchtreife keine Zeit mehr bleibt, oder indem lauter gefüllte oder sonst unfruchtbare Blüten sich entwickeln, oder endlich indem wirklich eine Verminderung oder Unterdrückung der Blütenbildung eintritt. Bei denjenigen Pflanzen, die um ihrer Blätter willen angebaut werden, sucht die Kultur diesen Zustand zu erzielen; unerwünscht ist derselbe aber dort, wo es sich um Gewinnung von Früchten oder Blüten handelt.

Wasserreiser.

2. **Wasserreiser.** An Holzgewächsen entwickeln sich oft einzelne Sprosse in riesenhaften Dimensionen aller Theile, jedoch in Gestalt und Ausbildung im Wesentlichen normal, während die übrigen laubtragenden Sprosse keine Hypertrophie zeigen. Diese Erscheinung setzt schon eine andere Anomalie voraus; sie ist immer der Ausdruck einer Ungleichheit in der Ernährung der einzelnen Theile. Die besonders häufig bei den Obstbäumen aus dem Stamme oder den Aesten entspringenden, sehr kräftigen, senkrecht aufwärts wachsenden und mit meist ziemlich großen Laubblättern besetzten Triebe werden Wasserreiser, Wasserschosse, Wasserloden, Nebenreiser oder Räuber genannt. Sie können sowohl aus gewöhnlichen Seitenknospen als auch aus Adventivknospen sich entwickeln, und nicht selten nehmen mehrere in der Nähe liegende Knospen diese Entwickelung an, oder eine der unteren Knospen des Wasserreises wächst wiederum zu einem solchen heran. Diese Bildungsabweichung kann unter verschiedenen Umständen auftreten, die alle darin übereinstimmen, daß nicht genügend Verbrauchsorte für die aufgenommene Nahrung vorhanden

[1]) Pflanzenteratologie, deutsch von Schauer, pag. 79.

sind. Wenn an unverletzten Bäumen Räuber sich bilden, so ist die Krone oder der Ast, an dem dies geschieht, in einem kränklichen Zustande, zeigt eine geschwächte Bildungsthätigkeit, sei es, weil die Aeste durch Ueberzug mit Flechten allmählich dürr werden, oder weil eine Beschädigung der Wurzeln oder eine ungenügende Ernährung des Baumes vorliegen. Bei Eintritt von Feuchtigkeit und Wärme im Sommer kann der reichlichere Wasserauftrieb, der in der mangelhaft belaubten Krone nicht den genügenden Abfluß findet, zum Treiben von Wasserreisern Veranlassung geben. Die verbreitete Meinung, daß die Räuber die Nahrung von der Krone ableiten und diese dadurch schwächen, verwechselt also Ursache und Folge. Dem Uebel läßt sich auch nicht durch Wegschneiden der Wasserreiser abhelfen, sondern nur durch Verbesserung des Bodens oder durch Umsetzen, wodurch der Baum wieder zu gesunder Wurzelbildung veranlaßt wird oder hinreichende Nahrung erhält. Auch durch zu starkes Wegschneiden der Aeste kann zur Bildung von Räubern Veranlassung gegeben werden. In der Obstbaumzucht sind die Wasserreiser verhaßt, weil sie gewöhnlich unfruchtbar sind und, da sie meist aus dem Stamme kommen, bei gepfropften Bäumen dem Wildling gleichen. Man muß sie daher wegschneiden oder wenn schon Absterben von Zweigen und Aesten begonnen hat, veredeln und dafür das kranke Holz entfernen.

II. Vergrößerung einzelner Organe in ihrer normalen Ausbildungsform, aber in abnormen Gestalten.

Verunstaltungen.

In diesen Abschnitt gehören alle Hypertrophien, bei denen der Pflanzentheil die morphologische Ausbildungsform, den Charakter der Metamorphose beibehält und nur in seiner Gestalt verändert ist in Folge nicht proportionaler Vergrößerung seiner Dimensionen, auch die anatomische Structur meist nur in soweit sich verändert, als die andere Gestalt es bedingt. Man könnte daher diese Bildungsabweichungen mit der allgemeinen Bezeichnung Verunstaltungen (deformationes) belegen. Es gehören hierher viele und mannigfaltige Erscheinungen, selbst wenn alle diejenigen unberücksichtigt bleiben, welche, da ihnen bestimmte andere Ursachen zu Grunde liegen, hier ausgeschlossen werden müssen. Aus den vorliegenden zahlreichen Beschreibungen von Verunstaltungen ist oft nichts über die Ursache derselben oder die Umstände ihres Auftretens zu entnehmen, und bisweilen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß es sich um Folgen parasitärer Einflüsse gehandelt hat. Die Aufzählung derselben an dieser Stelle ist daher nicht unbedenklich; es mögen deshalb hauptsächlich nur diejenigen hier erwähnt werden, deren Stellung an diesem Orte unzweifelhaft sein dürfte; bei solchen, von denen dies nicht sicher ist, soll dies bemerkt werden.

A. Verunstaltungen der Stengel und Wurzeln.

1. Verbänderungen (fasciationes) der Stengel oder diejenigen Verunstaltungen, bei denen der Stengel in einer Richtung seines Querschnittes bedeutend vergrößert ist, also eine bandförmig abgeplattete Gestalt hat. Daß sie Folgen eines Uebermaßes von Nahrungsstoffen sind, wird auch dadurch bestätigt, daß verbänderte Stengel nicht selten zugleich den Riesenwuchs zeigen und besonders an Stockausschlägen und Wasserreisern, desgleichen bei Kräutern oft dann auftreten, wenn diese einen Theil ihrer Triebe verloren haben, z. B. durch Abmähen, Abweiden, durch Abtreten an Wegen ꝛc., dafern an den Stellen ein reichlicher Vorrath von Nährstoffen und Wasser vorhanden ist. Nach den in der Literatur vorhandenen zahlreichen Beschreibungen darf man annehmen, daß fast alle Pflanzen verbänderte Stengel bekommen können, und es würde überflüssig sein, hier eine Aufzählung solcher Fälle zu geben, zumal da bei Moquin-Tandon[1]) und Masters[2]) eine große Auswahl davon zu finden ist. Verbänderung kann sowol an vegetativen als auch an solchen Achsen, die mit einem Blütenstand abschließen, und sowol an blattlosen, unverzweigten Schäften, als auch an beblätterten Stengeln vorkommen. Die letzteren haben häufig an ihrer Basis kreisrunden Querschnitt und gehen nach oben allmählich in die plattgedrückte Form über; Schäfte (z. B. bei Taraxacum officinale) sind bisweilen schon an der Basis, wo sie aus dem Stocke hervortreten, bandförmig. Die Blätter verbänderter Stengel sind gewöhnlich ziemlich normal gestaltet. Sie stehen sowol an den Kanten als auch an den Flächen, sind meist entsprechend der größeren Oberfläche des Stengels zahlreicher, und die Blattstellung ist meist völlig gestört; sehr häufig ist eine Neigung der Blätter vorhanden, partienweise zusammenzurücken, nebeneinander, also annähernd wickelförmig, jedoch meist nicht genau auf gleicher Höhe. Die Achselknospen der Blätter bleiben entweder unterdrückt oder entwickeln sich, und zwar mitunter vollzählig, so daß zugleich Polycladie (s. unten) vorhanden ist. Ueber die Stellung der seitlichen Glieder bei verbänderten Wickeln vergleiche man unten die Anomalien der Anordnung der Pflanzentheile. Die Achselsprosse sind dann entweder normal gebildet (z. B. normale Blüten in verbänderten traubenförmigen Blütenständen) oder nehmen zum Theil ebenfalls fasciirte Gestalt an. Die gröbere anatomische Structur verbänderter Stengel zeigt meist ein der Form des Stengels entsprechend breit gezogenes Mark (Fig. 24a), umgeben von den Fibrovasalbündeln, die daher keinen Ring, sondern ein

Verbänderungen.

---

[1]) l. c. pag. 132.

[2]) Vegetable Teratology. London 1869, pag. 11—21.

mit der Oberfläche des Stengels gleichlaufendes, ringsum von einer gleich dicken Rinde umhülltes System bilden, in welchem jedoch die Markstrahlen oft von ungewöhnlicher Breite sind. Am oberen Ende erreicht die Verbänderung gewöhnlich ihre größte Breite und der Scheitel trägt eine Reihe endständiger Knospen; doch hat man auch an verbänderten Kiefern eine einzige in die Breite gezogene Knospe auf dem Scheitel beobachtet. Ist der Sproß durch ein Blütenköpfchen abgeschlossen, z. B. bei den Compositen, so ist dieses entweder einfach, aber hahnenkammförmig verbreitet, oder es stehen wiederum mehrere Köpfchen neben einander; die verbänderte Hauptachse einer Traube verjüngt sich oft nach oben wieder und ist mit normalen Blütenstielen besetzt. Die Blüten verbänderter Inflorescenzen sind in den meisten Fällen normal gebildet und fruchtbar. Häufig ist an dem oberen breitesten Ende das Längenwachsthum an dem einen Rande viel stärker als am anderen; die Fasciation ist dann bischofsstabförmig gekrümmt (Fig. 24). Nicht selten bilden sich einzelne Endknospen oder Complexe solcher unter gefördertem Längenwachsthum weiter, während andere zurückbleiben; die Verbänderung ist dann gespalten, entweder dichotom (Fig. 24) oder auch mehrspaltig. Bisweilen ist ein oder der andere dieser Sprosse von normal stielrunder Gestalt; häufiger sind diese ebenfalls verbändert; oder der eine krümmt sich stark bischofsstabförmig zur Seite, während der andere kräftig in die Länge wächst. Bisweilen ist die Energie des Wachsthums so stark, daß der hohle verbänderte Stengel aufplatzt und sich spaltet, worauf die Stücke durch Gewebespannung sich nach außen concav krümmen (z. B. bei Taraxacum officinale).

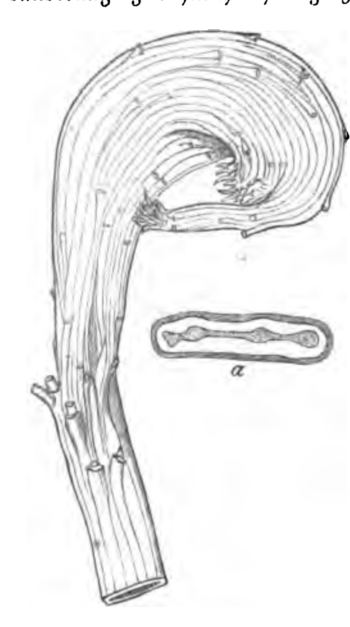


Fig. 24.

Verbänderter Stengel einer Erle, mit bischofsstabförmig gekrümmtem Ende und mehreren verbreiterten Endknospen. Von den Blättern sind nur die Ansatzstellen gezeichnet. Bei a Querschnitt, um das ebenfalls abgeplattete Mark und den einfachen, aber in die Breite gezogenen Holzring zu zeigen.

Entstehung der Verbänderungen.

Hinsichtlich der Entstehung sind, gegenüber den älteren Ansichten, welche alle diese Erscheinungen für eine Verwachsung von Sprossen erklärten, zwei Arten von Verbänderungen zu unterscheiden. Dieselben entstehen entweder 1. durch Verbreiterung des Stammscheitels, indem das Wachsthum desselben anstatt in allen

Richtungen des Querschnittes gleichmäßig zu erfolgen, in einer dieser Richtungen überwiegt, und (wo die Verbänderung mit einer Reihe von Terminalknospen abschließt) durch Bildung neuer Vegetationspunkte auf dem verbreiterten Scheitel. Diese Art der Entstehung, welche auch von Cramer[1]) angenommen wird, liegt der weitaus größeren Mehrzahl der Verbänderungen zu Grunde. Wenn sie auch bis jetzt noch nicht entwickelungsgeschichtlich nachgewiesen worden ist, so zwingen doch die anatomischen Verhältnisse dieser Kategorie von Verbänderungen, sie so zu erklären, besonders der Umstand, daß ein gemeinschaftliches Mark und ein einfaches Fibrovasalbündelsystem vorhanden sind und daß verbänderte Achsen nicht selten aus stielrunder Basis nach oben allmählich in die Bandform übergehen, wobei oft schon das Mark in dem stielrunden Theile im Sinne der Bandform breitgezogen erscheint, was darauf hindeutet, daß die Wachsthumsanomalie des Stammscheitels das Primäre ist und allmählich höheren Grad annimmt. Schäfte, die schon mit verbreiterter Basis von der Mutterachse sich abzweigen, könnten als aus einem schon in breitgezogener Form entstandenen Vegetationspunkt hervorgegangen erklärt werden. Verbänderungen können aber auch entstehen 2. durch Verwachsensein mehrerer Achsen, die im normalen Zustande getrennt sind, wobei nicht an ein Verwachsen ursprünglich getrennter Theile gedacht werden darf, sondern an ein vereinigtes Auftreten der nahe bei einander angelegten Vegetationspunkte mehrerer Sprosse. Eine solche Verbänderung zeigt sich z. B. bisweilen zwischen den Blütenstielchen der Trauben von Cruciferen, besonders wenn dieselben in vermehrter Anzahl und verschobener Stellung gebildet werden: mehrere nahe beisammen entspringende Blütenstielchen sind zu einem Band vereinigt, welches am Ende meist ebensoviel getrennte Früchte trägt oder sich noch unter dem Ende in die einzelnen Stielchen spaltet. Das Band hat soviel Längsrippen, als Stielchen sich vereinigt haben, und zeigt auf dem Querschnitte ebensoviele, oft ungleichgroße, besondere Gefäßbündelkreise mit besonderem Mark, so daß nur Rindegewebe und eine gemeinsame Epidermis an der Vereinigung betheiligt sind. Auch zwischen ungleichwerthigen Achsen kann solche Verbänderung eintreten. An einem Stengel von Knautia arvensis sehe ich die beiden Zweige, die aus den Achseln des obersten Blattpaares entspringen, ein Stück weit mit der Hauptachse zu einem Band vereinigt; dann trennen sie sich in verschiedenen Höhen von einander, die beiden Seitenachsen tragen hier ihr Blattpaar, und ein Stück weiter oben sind wieder alle drei Achsen zu einem Band vereinigt, welches auf seiner Spitze drei dicht beisammenstehende Köpfchen trägt, von denen das mittlere sich deutlich als das der Hauptachse, die seitlichen als die den Seitenachsen angehörigen erweisen. Auch hier handelt es sich um keine Verwachsung ursprünglich getrennter Theile. In dem verbänderten Stück haben die drei Achsen getrennte besondere Fibrovasalbündelsysteme und Markhöhlen, nur die Epidermis nebst wenig Rinde verbindet sie; da, wo die drei Stücke gesondert sind, ist diese Commissur zerrissen, denn an den einander zugekehrten Seiten zeigen dieselben eine feine braune Wundlinie von unten bis oben. Die stärkere Streckung der Seitenachsen in dieser Gegend, durch die sie zu starken Krümmungen gezwungen wurden, war die Ursache des Zerreißens. In diesen Fällen ist schon durch die getrennten Fibrovasalbündelkreise und durch die offenbare Beziehung der vereinigten Achsen zu einander auf diesen zweiten Modus der Entstehung von Verbänderung zu schließen. Un-

[1]) Bot. Zeitg. 1868, pag. 249.

möglich aber wäre es nicht, daß auch gewisse Fälle derjenigen Verbänderungen hierher gehörten, bei denen ein einziges Fibrovasalbündelsystem und ein gemeinsames Mark vorhanden sind. Denn es ist nicht undenkbar, daß wenn mehrere Vegetationspunkte gemeinsam als ein einfacher Körper angelegt werden, auch die Sonderung der Gewebe wie bei einem einfachen Sprosse sich ausbildet, etwa so wie es normal bei denjenigen Verwachsungen geschieht, bei denen das Tragblatt am Internodium des Achselsprosses hinaufrückt, wo auch das gemeinsame Basalstück beider den Bau eines einfachen Internodiums hat. Bei Taraxacum officinale kommen oft verbänderte Blütenschäfte vor, die sich nahe der Spitze in mehrere röhrenförmige Theile mit je einem Blütenköpfchen spalten und in dem verbänderten Stücke eine einfache Markhöhle besitzen. Zwar könnte hier auch an eine Vermehrung der Vegetationspunkte des ursprünglich einfachen Sprosses gedacht werden, doch ließe sich auch annehmen, daß mehrere nebeneinander angelegte Schäfte ursprünglich mit einander in Verbindung an der Mutterachse aufgetreten sind, weil bei dieser Pflanze die Blütenköpfe nahe bei einander zwischen den Wurzelblättern angelegt werden und hier mit Verbänderung gewöhnlich eine Vermehrung der Blütenschäfte Hand in Hand geht (Schlechtendal fand an einem solchen Stocke 82 Blätter und 64 Schäfte). Buchenau[1]) sah eine Verwachsung zwischen einem Halm von Juncus conglomeratus mit einem abnormen Nebentrieb aus der Achsel des Niederblattes, wo nur ein im Querschnitt ∞ förmiger Markcylinder vorhanden war. — Eine von Ernst[2]) an Fourcroja cubensis beobachtete Fasciation erklärt Derselbe ebenfalls als durch Verwachsung mehrerer Achsen entstanden.

Erbliche Verbänderungen.

Die kammförmigen Verbänderungen sind bei manchen Pflanzen erblich, indem sie sich durch Samen fortpflanzen lassen, wofür der Hahnenkamm (Celosia cristata) das bekannteste Beispiel ist. Daß andere gewöhnliche Veränderungen nicht erblich sind, hat Godron[3]) an einem Versuche erwiesen

Abnorme Streckung.

2. Abnorme Streckungen. Ein stärkeres Längenwachsthum eines Stengelorganes hat nur dann die Bedeutung einer Hypertrophie, wenn dabei die Zahl der Zellen sich entsprechend vermehrt, die Zellmembranen ihre Dicke, die Zelleninhalte ihre Concentration behalten. Es giebt aber viele übermäßige Verlängerungen von Stengeln, bei denen dies nicht der Fall ist, wie namentlich die durch Lichtmangel hervorgerufenen, welche daher hier ausgeschlossen sind. Eine als monströse Hypertrophie sich erweisende excessive Streckung kommt hauptsächlich an den Achsen des Blütenstandes und der Blüten vor und zwar nicht selten in Begleitung anderweiter Mißbildungen; dabei sind die Internodien zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Blättern oder Wirteln mehr als im normalen Zustande in die Länge gedehnt, oder Internodien, welche normal ganz unentwickelt bleiben, erscheinen gestreckt. Diesen letzteren Vorgang, durch welchen zwei unmittelbar

---

[1]) Abhandl. des naturw. Ver. Bremen 1870 II. pag. 366.

[2]) The Journ. of Botany 1876, pag. 180.

[3]) Mélanges de tératologie végétale. Mém. soc. des sc. nat. de Cherbourg. T. XVI. pag. 17. des Separatabzuges.

übereinandersitzende Wirtel oder selbst die Glieder eines Wirtels oder einer sehr niedergedrückten Spirale auseinanderrücken, bezeichnet man als Apostasis (Auseinanderhebung). Im Blütenstande kann dies entweder die Hauptachse betreffen; dadurch gehen namentlich Dolden in Trauben über[1]). Oder es betrifft die secundären Achsen, die Blütenstiele, wodurch Köpfchen zu Dolden, Trauben corymbusartig werden[2]). Abnorme Streckung der Achsen ist übrigens meistens bei den Prolificationen der Blütenstände (s. unten) betheiligt. Den relativ stärksten Grad erreicht die Apostasis an den Blüten. Oft ist die Blütenachse zwischen Kelch und Blumenkrone gestreckt, oder es rücken auch einzelne Kelch- oder Blumenblätter auseinander[3]). Bei Cruciferen und Resedaceen ist oft das dem Pistill vorangehende Glied der Blütenachse zu einem Stiel ausgestreckt[4]). In Blüten mit vielen einblätterigen Pistillen kann das mit diesen besetzte Ende der Blütenachse lang ausgezogen sein[5]). Wo eine centrale Placenta als Verlängerung der Blütenachse vorhanden ist, kann auch diese abnorme Streckung erfahren. Apostasis der Blüten wird besonders bei Chloranthien und bei Diaphysis (s. unten) beobachtet.

3. Krümmungen und Einrollungen. Hypertrophie des Stengels kann auch darin zum Ausdruck kommen, daß eine Seite desselben stärker als die andere in die Länge wächst; es entsteht eine Krümmung oder ein Knie, nicht selten bis zur Größe eines rechten Winkels, oder selbst bis zur Bildung einer vollständigen Schlinge, einer Locke oder Schneckenwindung oder aufeinanderfolgende wellenförmige Krümmungen. Ueberall wo Verbänderungen vorkommen, scheinen auch diese Mißbildungen möglich zu sein. Bei jenen ist ihrer oben schon Erwähnung gethan. Auch im Gefolge anderer Monstrositäten zeigen sie sich, namentlich nicht selten bei Polycladie (s. unten). An Cruciferentrauben mit vermehrter Anzahl der Blütenstiele finde ich diese im Fruchtzustande in allen möglichen Richtungen wirr durch einander gekrümmt, zum Theil sich oder die Traube spiralig umschlingend. An Stockausschlägen von Linden sind bisweilen ganz unregelmäßige Krümmungen ohne sonstige Gestaltsveränderungen, nicht seltene Knospenverschiebungen und Knospenspressungen abgerechnet, zu finden. Buchenau[6]) fand einen verbänderten Stengel von Juncus conglomeratus,

Krümmungen und Einrollungen.

---

[1]) Beispiele bei Cramer, Bildungsabweichungen. Zürich 1864, pag. 62, 68. — Fleischer, Mißbildungen der Culturpfl. Eßlingen 1862, pag. 39. — Masters, l. c. pag. 434.

[2]) Cramer, l. c. pag. 51, 93. — Masters, l. c. pag. 436—437.

[3]) Cramer, l. c. pag. 15, 53, 63, 81.

[4]) Fleischer, l. c. pag. 18. — Wigand, Bot. Untersuchungen, pag. 26.

[5]) Cramer, l. c. pag. 89.

[6]) Abhandl. naturw. Ver. Bremen 1870 II. pag. 365.

der sich um andere Stengel gewunden hatte. Weitere Fälle hat Masters[1]) aufgezählt.

Drehungen.

4. Drehungen oder Torsionen, d. s. spiralige Drehungen der Stengel um ihre Achse, wobei die geraden Längsriefen der Oberfläche zu Spiralen werden. Bisweilen kommt diese Mißbildung ohne sonstige Deformität vor. Oder der Stengel zeigt an dem gedrehten Theile zugleich eine starke Anschwellung. Beispiele für diese Erscheinungen sind angeführt bei Moquin-Tandon[2]), Masters[3]) und bei A. Braun[4]); an Veronica amethystea beobachtete es Fresenius[5]), an Juncus conglomeratus Buchenau[6]). Die mit starker Auftreibung und Verkürztbleiben des Stengels verbundene Drehung ist wiederholt an Valeriana und an Galium beobachtet worden. A. Braun, welcher diese Art als Zwangsdrehung bezeichnet, hat für das Zustandekommen derselben eine Erklärung gegeben. Die Blattstellung geht nämlich hier aus der gegen- oder quirlständigen in eine spiralige über, und die Basen sämmtlicher aufeinanderfolgenden Blätter sind durch niedrige Randausbreitungen zusammengeheftet. Die Spirale wird durch die Drehung des Stengels mehr und mehr zur senkrechten Reihe aufgerichtet. Denn die Drehung des Stengels ist stets der Richtung der Blattstellungsspirale entgegengesetzt. Wenn nämlich die Internodien sich zu strecken suchen, so kann dies nicht gleichmäßig geschehen, indem die Verbindungslinie der Blätter dies hindert; die Folge ist also eine Drehung entgegengesetzt der Blattstellungsspirale; die Richtung der Streckung geht daher um so mehr in eine horizontale über, je mehr die Insertionslinie der Blätter sich der Senkrechten nähert[7]). Eine andere Ursache glaubt Buchenau an dem gedrehten Juncushalme zu finden; dieser bestand nämlich aus zwei verwachsenen Stengeln, indem ein aus der Achsel des grundständigen Niederblattes entwickelter kürzerer Nebentrieb mit dem Haupttrieb verwachsen war. Durch die Entwickelung des abnormen Stengels sei eine Störung der Spannung zwischen beiden eingetreten, welche eine gegenseitige Umwindung beider zur Folge gehabt. Jedoch setzte sich die Drehung auch über die Verwachsung hinaus fort, und hier müssen ebenfalls Störungen des Spannungsgleichgewichtes innerhalb desselben Sprosses angenommen

[1]) l. c. pag. 317—318.
[2]) l. c. pag. 165.
[3]) l. c. pag. 319—325.
[4]) Bot. Zeitg. 1873. Nr. 1 u. 2.
[5]) Pflanzenmißbildungen. Frankfurt 1836, pag. 46.
[6]) l. c. pag. 365.
[7]) Magnus (Sitzungsber. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XIX. pag. 118 ff.) hat neuerdings diese Mißbildung auch an Dipsacus sylvester beobachtet, wo die Drehung der Längsriefen nicht mit Verwachsung der Blätter combinirt war, die obige Erklärung also nicht zutrifft.

werden. Diese sind wahrscheinlich bei allen abnorm gedrehten Stengeln ebenso zu erklären wie die normalen Torsionen, die an Blättern und Internodien vorkommen, nämlich aus einem stärkeren oder länger dauerndem Längenwachsthum der peripherischen Theile gegenüber den inneren Theilen.

Anschwellungen

5. **Anschwellungen.** Mit diesem Ausdruck können diejenigen Hypertrophien bezeichnet werden, bei denen alle drei Dimensionen oder wenigstens Breite und Dicke, d. h. die beiden zur Längsachse queren Richtungen vergrößert sind. Solche abnorme Verdickungen finden sich an den Pflanzentheilen sehr verbreitet und jedenfalls gehört die überwiegende Mehrzahl derselben nicht hierher, sondern zu den von Parasiten hervorgerufenen Mißbildungen, es sind Gallen. Diejenigen, die wir an dieser Stelle aufführen, sind solche, bei denen keine Parasiten sich finden lassen und die man daher vielleicht als Formen gewöhnlicher Bildungsabweichungen hierher stellen darf. Es mag jedoch ausdrücklich betont werden, daß eine Entscheidung hierüber dermalen noch nicht vorliegt; es könnte sein, daß die nachstehend beschriebenen Mißbildungen, wenn nicht sämmtlich, so doch theilweise zu den durch Parasiten verursachten Gallen gerechnet werden müssen; von einer ist dies sogar schon mit aller Entschiedenheit behauptet worden, da aber bestimmte gegentheilige Erfahrungen gemacht worden sind, so muß auch von ihr die parasitäre Ursache zweifelhaft werden und sie mag einstweilen noch hier erwähnt sein.

Die im Vorhergehenden wegen ihrer abnormen Drehung schon erwähnten Mißbildungen der Stengel von Valeriana und Galium zeigen sich als bauchige Auftreibungen des Stengelgrundes, die man bis zu einer Breite von 8 Cm. und bis zu einer Länge von 29 Cm. beobachtet hat.[1]) Die Auftreibung hat oft schief birnförmige Gestalt, ist spiralig gefurcht, hier und da in der Richtung der Spirale mit Rissen versehen und ist durch die fast horizontale Spiralstreifung einem abgerundeten dichtbereiften Fasse vergleichbar; die Blätter trägt sie, wie oben erwähnt, ebenfalls in Folge der Drehung in fast senkrechten Reihen oder sehr steil aufsteigenden Spiralen. Ueber die Ursachen der Anschwellung haben die Beobachter nichts erwähnt; Nachforschungen nach Parasiten sind nicht angestellt worden.

Kohlhernie.

Unter dem Namen **Hernie, Kohlhernie** (Kapoustnaja kila) ist in Rußland, besonders in der Umgebung von St. Petersburg, in den letzten Jahren eine empfindlichen Schaden verursachende Krankheit der Kohlpflanzen aufgetreten, die jedoch auch in Deutschland, hier unter dem Namen **Kelch** oder **Kropf des Kohls**, in Frankreich, Belgien, England,

---

[1]) Vergl. die Aufzählungen, welche A. Braun, Bot. Zeitg. 1873, pag. 12 ff. gegeben hat.

hier Clubbing, Club-Root rc. genannt, und in Spanien vorkommt[1]). Diese Mißbildung ist zuerst von Caspary[2]) genauer untersucht worden, und kürzlich auch von Woronin[3]). Letzterer hat sie in Rußland auf allen Kohlsorten gefunden: weißem wie rothem Kopfkohl, Blumenkohl, Braunkohl, Wirsing, Kohlrabi, allen Sorten von Kohlrüben, Wasserrüben rc. (Brassica Napus und Rapa), Raps und außer diesen Arten von Brassica auch auf anderen Cruciferen, z. B. Iberis umbellata und Levkoye. Auf den Wurzeln dieser Pflanzen bilden sich eigenthümliche Auswüchse von verschiedener Gestalt und Größe, häufig in solcher Menge, daß alle Wurzeln damit bedeckt und völlig verunstaltet sind. Bei den rübenbildenden Varietäten kommen auch auf der Oberfläche der Rüben derartige Anschwellungen zum Vorschein. Sie zeigen sich nach Woronin in jedem Lebensalter der Kohlpflanzen: schon im Frühlinge, wenn dieselben noch als kleine Setzlinge in den Mistbeeten stecken, bis zum Spätherbst, wenn die Pflanzen geerntet werden. Eine so starke Entwickelung der Hernie ist für die Kohlpflanzen in sofern sehr schädlich, als gar kein Kohlkopf entsteht oder derselbe in seiner Entwickelung weit zurückbleibt. Nur wenn die Erkrankung in einem späteren Alter eintritt, kann die Pflanze gut entwickelt sein trotz herniösen Wurzeln. Die Anschwellungen sind bis zu Faustgröße gefunden worden; die größten zeigen sich an den Pfahlwurzeln, beziehendlich an der Rübe; die an den Nebenwurzeln sind gewöhnlich viel kleiner. Die Gestalt derselben ist so unregelmäßig, daß sich keine allgemein zutreffende Beschreibung geben läßt. Farbe und innere Beschaffenheit der Anschwellungen sind denen gesunder Rüben völlig gleich. Später werden die alten Auswüchse runzelig, welk und mürbe, während an anderen Stellen der Rübe sich noch immer neue bilden können. Die alten vertrocknen endlich, oder, wenn reichlich Feuchtigkeit vorhanden ist, faulen sie unter widrigem Geruch. Nicht selten bilden sich auf den Hernieanschwellungen, besonders auf den größeren, die auf den Pfahlwurzeln und auf den Rüben sitzen, Knospen, aus denen ein Laubsproß sich entwickelt. Dieser bleibt immer zunächst verkürzt, er bildet mehrere dicht umeinander stehende Blätter, so wie es die Stengel von Brassica überhaupt thuen, indem sie mit einer Wurzelblattrosette beginnen. Daher bleiben diese Knospen oft in der Erde verborgen und vergeilen.

---

[1]) Vergl. die Angaben Woronin's in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik, XI.

[2]) Eine Wrucke (Brassica Napus) mit Laubsprossen aus knolligem Wurzelausschlag, in den Schriften d. Physik.-Oekon. Gesellsch. Königsberg 1873, pag. 109, Taf. XIV.

[3]) Plasmodiophora Brassicae, Urheber der Kohlpflanzen-Hernie. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, XI. mit Taf. XXIX—XXXIV.

Die Blätter derselben sind meist mißgebildet: sie bleiben kurz, oft mehr oder weniger eingekrümmt oder sonst unregelmäßig verbogen oder verzerrt, und häufig ist der Stiel bandförmig abgeplattet und theilt sich nach oben unregelmäßig in verkräuselte Laubausbreitungen. Caspary hat aus diesen Laubsprossen wieder neue Individuen gewinnen können. Eine hernüse Rübe, die ich überwinterte, schlug im Frühjahre aus ihrem oberen Theile wieder aus und entwickelte mehrere Stengel, die zum Theil Fußhöhe erreichten und Blütentrauben brachten. Aber auch diese Sprosse zeigten Abnormitäten: die Stengel waren relativ dick und kurz, gedrungen und bildeten schon von unten an reichlich Zweige, welche eine ähnliche gedrungene Gestalt hatten. Die Blätter standen daher ziemlich dicht und waren ebenfalls kürzer als gewöhnlich, am Rande mehr oder minder gekräuselt, an der Spitze oft zusammengezogen. Die Trauben zeigten sich auffallend kurz und dicht, die untersten Blüten waren meist verkümmert, die folgenden entwickelt und blühend, aber auch zum Theil mißgebildet, nämlich die Blumenblätter von unregelmäßiger Form und durch Petalodie eines Theiles der Staubgefäße vermehrt, zum Theil auch in Form von Mittelbildungen zwischen Blumenblättern und Staubgefäßen, die Antheren oft nicht gut ausgebildet, der Stempel bisweilen unförmig, besonders der Griffel oft schief zur Seite gekrümmt. Die Hernieanschwellungen bestehen in einer gewaltigen Hypertrophie des Wurzelparenchyms. Ich finde, daß sie durch ein unmittelbar unter der Oberfläche liegendes kleinzelliges Meristem wachsen, welches einem Korkmeristem ähnelt, besonders gegen die Oberfläche, wo es in eine oder wenige Lagen Korkzellen übergeht. Nach innen setzt es sich ganz allmählich in das Dauerparenchym fort ohne Grenze, indem die Zelltheilungen hier tiefer, dort minder tief in das innere Gewebe fortgehen. Dieses Meristem erzeugt nicht bloß Parenchym, sondern auch neue Fibrovasalstränge, deren Anfänge man daher oft ganz nahe unter der Oberfläche schon erkennt. So wachsen die Anschwellungen, so umfangreich sie auch werden, immer durch dieses peripherische Meristem. Die Fibrovasalstränge stehen regellos zerstreut und laufen in allen Richtungen, oft unregelmäßig geschlungen, und sind auch untereinander durch Zweige verbunden. Das Parenchym besteht aus polygonalen, einander ziemlich gleich großen, dünnwandigen, saftreichen, oft Stärkekörner enthaltenden Zellen; einzelne Zellen desselben werden zu getüpfelten dickwandigen Sclerenchymzellen. Bisweilen treten die ersten Anfänge der Anschwellungen an den Wurzeln wie scharfbegrenzte seitliche Organe auf; man könnte sie für Anfänge von Nebenwurzeln halten. Sie wachsen dann an ihrem Scheitel, gleich wie an einem Vegetationspunkte, am stärksten; bald wird die Thätigkeit des Meristems gleichmäßiger, und die Knollen wachsen an allen Theilen ihrer Oberfläche.

Veränderungen der Form des Umrisses, wodurch das Blatt von der für die Species typischen Form abweicht, indem z. B. die eiförmige Gestalt mehr in die lineale übergeht ꝛc., oder aber Veränderungen der Beschaffenheit des Blattrandes, indem gezähnte oder gesägte Blätter ganzrandig oder die Formen der Zähne abweichende werden. An anderweitig mißgebildeten Pflanzen sind solche und ähnliche Vorkommnisse häufig[1]), an den Stockausschlägen der Holzpflanzen (pag. 48) sehr gewöhnlich. Auffallendere Abweichungen ergeben sich, wenn einzelne Stücke des Blattes sich in ungewöhnlichem Grade strecken. So können nach Masters[2]) einzelne Blättchen der Petersilienblätter schmal lineale Gestalt und ungewöhnliche Länge annehmen, und die gefingerten Blätter der Roßkastanie durch Streckung der Insertionsstelle der Foliola in verschiedenen Graden in gefiederte Blätter übergehen. Ferner kann sich der Umriß des Blattes auch verändern durch unvollständige Ausbildung der Blattfläche, indem von der Basis oder von der Spitze aus ein mehr oder minder großes Stück derselben, bisweilen bis zur Mittelrippe reichend, oft nur in der einen Blatthälfte, fehlt[3]). An diesen letzteren Zustand reiht sich

Spaltung.

2. Die Spaltung (fissio), wobei die Blattfläche durch Einschnitte, welche normal nicht vorhanden sind, mehr oder weniger tief gespalten ist. Die zahlreichen in den Gärten bekannten Formen von Gehölzen ꝛc., welche die Bezeichnung varietas laciniata, incisa u. dergl. führen, haben keinen teratologischen Charakter, da es Varietäten sind, bei denen die zerschlitzte Blattform zu den habituellen Eigenschaften gehört. Die hier gemeinten Verunstaltungen erweisen sich durch ihr vereinzeltes und unregelmäßiges Vorkommen an den Blättern als krankhafter Zustand. Einige solcher Fälle hat Moquin-Tandon[4]) angeführt. Dergleichen sind sehr verbreitet, und wo man genauer die Umstände, unter denen sie auftreten, beobachtet, dürfte sich die Ursache darin finden lassen, daß durch eine ungewöhnlich üppige Entwickelung der Knospe die jungen Blätter sich gegenseitig an der Ausdehnung behindern, so daß das Hinderniß in der sich unaufhaltsam ausdehnenden Blattmasse einen Eindruck in Form eines Einschnittes hinterlassen muß, der späterhin in dem gleichen Verhältniß größer wird, als alle Dimensionen des Blattes wachsen.

So sah ich an einem Aprikosensämling, der stark trieb, und in Folge überstürzter Blattbildung eine aus vielen jungen Blättern bestehende fast rosenartige Gipfelknospe hatte, sämmtliche Blätter nicht bloß in der Umrißform sehr unregelmäßig, sondern auch jedes mit einem oder einigen mehr oder minder

---

[1]) Vergl. Fleischer, l. c. pag. 48.
[2]) l. c. pag. 438.
[3]) Vergl. auch Jäger in Flora 1850, Nr. 31.
[4]) l. c. pag. 283.

tiefen Einschnitten, meist in der oberen Hälfte und von der Spitze oder vom Rande aus gegen die Basis oder die Mittelrippe gerichtet. Späterhin aber nahm die Entwickelung ein ruhigeres Tempo an; die Blätter wurden langsamer eins nach dem andern ausgebildet; die Knospe war klein und enthielt immer nur ein im Wachsthum begriffenes Blatt; und von diesem Zeitpunkte an kamen auch lauter normale Blätter.

Durchstoßung.

Hieran reiht sich als nicht wesentlich verschieden die Durchstoßung (pertusio), wobei die Blattfläche von Löchern durchbrochen aus der Knospe hervortritt. Dieser bei manchen Aroideen normale Zustand tritt nicht selten als Mißbildung auf; er beruht aber hier nicht auf einer Zerstörung von Blattmasse, sondern auf einer Verhinderung der Bildung solcher in Folge eines Hindernisses, welches in die sich ausdehnende Blattmasse passiv sich eindrückt. Die dadurch entstandene Unterbrechung wird später entsprechend dem intercalaren Wachsthum der angrenzenden Partien größer. Viele der mißgebildeten Blätter des eben erwähnten Aprikosensämlinges zeigten zugleich mit Spaltungen diese Durchstoßung.

Gesteigertes intercalares Wachsthum der Blattfläche. — Kräuselung.

3. Durch local gesteigertes intercalares Wachsthum des Blattes entstehen verschiedene Verunstaltungen. Bisweilen dauert die Streckung der Mittelrippe noch fort, wenn die Lamina, besonders der Rand derselben, sich nicht mehr oder nicht in gleichem Grade ausdehnen; das Blatt nimmt dann kaputzenförmige Gestalt an, wobei meist die Unterseite die Concavität bildet. Umgekehrt kann das Mesophyll zwischen den Rippen und Nerven, besonders bei Blättern mit netzaderiger Nervatur länger durch intercalares Wachsthum sich ausdehnen als die Nerven; die Blattmasse zwischen denselben bildet dann Aussackungen, das Blatt wird blasig. Oder die Blattfläche zeigt ein excessives intercalares Wachsthum in den Randpartien, parallel dem Blattrande; dann erscheint der letztere stark wellenförmig auf- und niedergebogen, die sogenannte Kräuselung (crispatio). Diese Erscheinung, gewöhnlich mehr oder weniger verbunden mit der blasigen Unebenheit der Blätter, ist bekanntlich für die sogenannten krausblätterigen Varietäten zahlreicher Pflanzen habituell. Sie zeigt sich aber auch pathologisch und dann meist mehr local an einzelnen Blättern oder einzelnen Blattstellen im übrigen normaler Sprosse, häufig auch in Begleitung einer der im Vorstehenden aufgezählten Verunstaltungen. Die Neigung zu diesem abnormen Wachsthume kann leicht zu einem constanten erblichen Merkmale werden; daher sich bekanntlich von vielen Pflanzen krausblättrige Varietäten züchten lassen. Endlich kann auch das intercalare Wachsthum der Mittelrippe und zugleich der Blattmasse sowie der Seitennerven gleichmäßig in der Oberseite des Blattes stärker sein als in der Unterseite, besonders in longitudinaler Richtung; dann krümmt sich das Blatt rückwärts um oder rollt sich endlich kreis- oder lockenförmig zusammen, die morphologische Oberseite nach außen kehrend, was ebenfalls an manchen Varietäten zum

habituellen Merkmale geworden ist, am bekanntesten an der Napoleons-Weide (Salix babilonica var. annulata).

Man unterscheide hiervon die durch Blattläuse und Milben verursachten Deformitäten; diese Parasiten bringen an Pflanzenblättern fast sämmtliche Formen der soeben erwähnten Verunstaltungen hervor; auch manche pflanzliche Parasiten (besonders Exoascus-Arten) bewirken solche Mißbildungen. Ebenfalls auszuschließen sind die als Kräuselkrankheit bezeichneten pathologischen Zustände, bei denen Kräuselungen und Krümmungen der Blätter zugleich mit krankhaften Symptomen anderer Art verbunden auftreten und welche nicht als Hypertrophien oder Begleitserscheinungen solcher betrachtet werden dürfen. — Meyen[1]) hat eine Krausfucht an den Blättern des Weinstockes beobachtet, bei welcher beide Blattseiten überall Höcker und Vertiefungen zeigten, jedoch die Höcker auf der Unterseite nicht immer genau den Vertiefungen der Oberseite entsprachen, was von einer Vergrößerung und Verlängerung der übrigens wie das ganze Blatt gesunden Zellen des Mesophylls der unteren Blattseite veranlaßt war. Es ist unentschieden, ob diese Krankheit hierher oder anderswohin gehört.

Becherbildung.

4. Becherbildung (Ascidien). Diese Mißbildung besteht entweder darin, daß ein ganzes Blatt oder Blättchen, welches im normalen Zustande ausgebreitet ist, mit seinen unteren und seitlichen Rändern zu einem Becher oder einer Düte oder in den oberen Theilen zu einer Art Haube verwachsen ist[2]), oder zeigt sich zweitens an den unten erwähnten abnormen Sprossungen der Blätter. Die haubenförmige Bildung, welche zuletzt an der Basis ringsum sich ablöst und abgehoben wird, ist bei Polygonatum multiflorum und Tulipa beobachtet worden. Die becher- oder dütenförmige Form zeigt sich besonders an Blättern von Brassica-Arten, vom Spinat, Pelargonium, Linde, Haselnuß, Blättchen von Fragaria ꝛc. Nach Dutailly's[3]) Beobachtungen an Fragaria sollen sie nicht durch eigentliche Verwachsung der Blattränder, sondern nach Art schildförmiger Blätter entstehen. Ein einziges terminales dütenförmiges Blatt (unter Fehlschlagen der benachbarten Blätter und der Endknospe entstanden?) hat man beobachtet am Kohlrabi[4]) und am Kaffeebaum[5]) und ferner in Folge Verwachsung zweier Blätter mit ihren Stielen und ihren beiden Rändern bei Pelargonium grandiflorum[6]).

Ausbänderung.

5. Ausbänderung oder die vollständige Umwandlung des Blattes in ein einfaches bandförmiges Gebilde, was normal bei den Phyllodien mancher Acacien und bei den Wasserblättern der Sagittaria vorkommt,

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 253.

[2]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 159—161 u. Masters, l. c. pag. 22—23 u. 30—31.

[3]) Bull. Soc. Linn. de Paris. 7. Juill. 1875. pag. 57.

[4]) Hallier, Phytopathologie, pag. 149.

[5]) Bernoully, Bot. Zeitg. 1869, pag. 19.

[6]) Godron, Nouveaux mélanges de tératol. végét. Mém. soc. des sc. natur. de Cherbourg 1874, pag. 1 des Separatabzuges.

ist nach Moquin-Tandon's[1]) Angabe von Olivier an Cyclamen beobachtet worden.

Sprossungen.

6. Sprossungen, d. h. Neubildungen auf dem Stiel und der Fläche des Blattes, treten in verschiedenen Formen und Größen auf. Als warzenähnliche Drüsen kommen sie bisweilen in Menge auf den Blattstielen von Viburnum opulus vor. Oder sie bilden rechtwinklig zur Blattfläche gerichtete Leisten bis blattähnliche Wucherungen, besonders auf der Mittelrippe[2]). Ob die von Schauer[3]) citirten Angaben Sauter's über ähnliche auf der ganzen Oberseite der Blätter von Arabis pumila beobachtete Excrescenzen hierher gehören oder nicht etwa Folgen parasitärer Einwirkungen sind, bleibe dahingestellt. Endlich kommen grüne blattige Sprossungen an Blättern auch in Form der vorerwähnten Röhren, Düten oder Becher vor, was am häufigsten an Kohlarten beobachtet worden ist[4]). Es verlängert sich nämlich entweder die Mittelrippe an der Spitze oder unterhalb derselben stielartig und geht in eine oder mehrere straußartig gestellte, becherförmig gestaltete, blattige Ausbreitungen über, oder es gehen vom Blattstiele einzeln oder in größerer Anzahl solche becherartige Sprossungen aus. Diese Mißbildungen sind schon der Uebergang zu denjenigen, wo am Blattstiele eine secundäre Blattspreite sich erzeugt, also gedoppelte Blätter entstehen, die unten im Artikel über Chorise behandelt sind.

Verunstaltungen der Blüten und Blütenstände.

C. Verunstaltungen der Blüten und Blütenstände. Als solche gehören hierher nur diejenigen Fälle, die in einer Gestaltsveränderung oder Vergrößerung der Achse oder der Blütenblätter ohne Veränderung ihrer Metamorphosenstufe bestehen. Ausgeschlossen bleiben wieder diejenigen, welche durch parasitische Einflüsse hervorgerufen sind. Verunstaltungen des Receptaculums der Inflorescenz kommt z. B. bei Feigen vor, die dadurch nicht vollständig geschlossen sind, so daß die Blüten zum Theil daraus hervorragen[5]). Am häufigsten aber unterliegen die Blätter des Blütenstandes und der Blüten gewissen Verunstaltungen. Den meisten der bei den Laubblättern angeführten begegnen wir auch hier wieder: Spaltungen von Blumenblättern und Perigonblättern[6]), sowie von Staubgefäßen, wobei die Theilung bis auf's Filament sich erstrecken kann und jeder Theil des letzteren ein Fach der

[1]) l. c. pag. 156.

[2]) Masters, l. c. pag. 445.

[3]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 160. Anmerkg.

[4]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 158—159 und Masters, l. c. pag. 312—314.

[5]) Masters, l. c. pag. 205.

[6]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 283—284; Masters, l. c. pag. 67—68.

Anthere trägt[1]), Sprossungen auf der Innenseite der Corolle in Form petaloider Röhren ꝛc. oder spornartige Aussackungen an der Außenseite[2]). Abnorme Vergrößerungen kommen an Blättern des Blütenstandes und der Blüten vor. Unter den Hochblättern hat man die Spelzen einzelner Blüten der Kornähren bis zu doppelter Größe beobachtet; an Carex muricata sah ich neben normalen Blüten viele, deren Utriculus doppelt so lang als gewöhnlich und meist unregelmäßig gekrümmt, übrigens normal gebildet war. Häufig sind Vergrößerungen der Perigon-, Kelch- und Blumenblätter[3]); auch im Andröceum und Gynäceum kommen Vergrößerungen mit mehr oder minder veränderter Form vor, theils bezüglich des ganzen Organes, theils nur an den Griffeln und Narben[4]). Häufig bleiben bei den monströsen Vergrößerungen der Blütentheile dieselben in einer gesetzmäßigen Beziehung zu einander, so daß die Blüte eine bestimmte Form zeigt. Sie behält dabei entweder ihre normale Form; so sind Blüten mit vergrößerten Blumenkronen nicht selten, und die Cultur sucht dergleichen bekanntlich zu erzielen und constant zu erhalten (z. B. Viola tricolor). Oder die Blüte verliert dadurch ihre normale Form. So können regelmäßige Blumenkronen eine bestimmte zygomorphe Gestalt annehmen, wie in den fälschlich sogenannten gefüllten Blütenköpfen mancher Compositen, wo die röhrigen Blumenkronen der Scheibenblüten sich bandförmig vergrößern und den Strahlblüten ähnlich werden (Bellis, Georgina ꝛc.[5]). Die umgekehrten Bildungen, die Umwandlungen zygomorpher Blüten in actinomorphe nennt man Pelorien (von πέλωρ das Ungeheuer). Diese können auf zweierlei Weise zu Stande kommen; entweder dadurch, daß derjenige Theil der Blumenkrone, welcher die Zygomorphie bedingt, gar nicht oder in der Form der übrigen Theile der Blumenkrone ausgebildet wird, was Masters als regelmäßige Pelorie bezeichnet, z. B. bei Delphinium, Viola, Pelargonium, Tropaeolum, bei Scrophularineen, Bignoniaceen, Gesneraceen, Orchideen ꝛc.; auch bei den bandförmigen Zungenblüten mancher Compositen, wo also Lippen, Sporne ꝛc. schwinden. Oder es nehmen alle Glieder der Corolle die Form desjenigen Theiles an, welcher sonst allein anders gebildet ist und die Zygomorphie bedingt. Dies ist besonders häufig bei Linaria, wo die pelorischen Blüten 5 Spornen und 5 gleichlange Staubgefäße besitzen und dadurch actino-

---

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 284.

[2]) Masters, l. c. pag. 314—316.

[3]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 124. — Masters, l. c. pag. 428 bis 429.

[4]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 125—126. — Masters, l. c. pag. 430—431.

[5]) Cramer, l. c. pag. 55.

morph werden, auch bei Orchideen, wo in diesem Falle 3 Perigonblätter lippenförmig werden und die Säule gewöhnlich mangelhaft gebildet oder unterdrückt ist. Entweder sind sämmtliche Blüten einer Pflanze pelorisch oder nur einige; bisweilen betrifft es nur die Gipfelblüte. Die hierbei obwaltende Hypertrophie spricht sich auch darin aus, daß pelorische Blüten oft auch im Ganzen größer als gewöhnlich sind, und daß nicht selten zugleich eine Vermehrung der Gliederzahl der Blattkreise in ihnen vorkommt[1]). Die Eigenschaft, solche Blüten zu tragen, soll sich bei Fortpflanzung durch Samen leicht vererben[2]). Ueber die Beziehungen der Pelorienbildung zu den Ernährungsverhältnissen liegen außer den Bemerkungen bei Moquin-Tandon[3]), wonach pelorische Linarien in magereres oder unfruchtbares Erdreich gesetzt nach einiger Zeit wieder normale Blüten bekommen, und wonach aber auch eine von einem Felde in den Garten gesetzte Linaria vulgaris ihre Pelorie einbüßte, keine genaueren Beobachtungen vor.

Verunstaltungen der Früchte.

D. Verunstaltungen der Früchte. Hier handelt es sich weniger um diejenigen durch Cultur erzielten Formen, welche durch vermehrtes Fruchtfleisch vom normalen Zustande sich unterscheiden (sowohl die Riesenformen gewisser Beerenfrüchte rc. als auch die auf Kosten der Samenbildung üppig entwickelten, samenlosen Formen, die man von manchen Pflanzen mit eßbaren Früchten cultivirt) als vielmehr um zufällige, wirkliche Unregelmäßigkeiten der Gestalt, die wiederum meist an fleischigen größeren Früchten bemerkt und als Curiositäten hier und da beschrieben worden sind. Moquin-Tandon[4]) hat mehrere solcher Fälle erwähnt; die dort angeführten Pflaumentaschen sind aber als Wirkungen eines Parasiten hier auszuschließen. Daß übrigens solche Verunstaltungen an fleischigen Früchten auch durch äußere mechanische Hindernisse bewirkt werden können, ist oben (pag. 19) erwähnt worden.

Hier sind auch die Krüppelzapfen der Fichte zu nennen, an welchen die Schuppen der oberen Hälfte rückwärts gewendet sind, so daß es den Anschein hat, als ob zwei Zapfen in umgekehrter Stellung mit der Spitze verwachsen seien. Es tragen aber alle Schuppen, auch die rückwärts gewendeten die Samen auf der der Spitze des Zapfens zugewendeten Seite.

---

[1]) Weitere Einzelheiten sowie ältere Literatur s. bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 171 ff.; Cramer, l. c. pag. 54; Caspary, Verh. phys.-ökon. Ges. Königsberg 1860; A. Braun, Bot. Zeitg. 1872, pag. 687; Reichenbach, Sitzungsber. der Naturf.-Versamml. zu Hamburg 1876; Masters, l. c. pag. 219—239.

[2]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 177. — Vrolik, Flora 1844, Nr. 1.

[3]) l. c. pag. 177—178.

[4]) l. c. pag. 152.

Anthere trägt[1]), Sprossungen auf der Innenseite der Corolle in Form petaloider Röhren 2c. oder spornartige Aussackungen an der Außenseite[2]). Abnorme Vergrößerungen kommen an Blättern des Blütenstandes und der Blüten vor. Unter den Hochblättern hat man die Spelzen einzelner Blüten der Kornähren bis zu doppelter Größe beobachtet; an Carex muricata sah ich neben normalen Blüten viele, deren Utriculus doppelt so lang als gewöhnlich und meist unregelmäßig gekrümmt, übrigens normal gebildet war. Häufig sind Vergrößerungen der Perigon-, Kelch- und Blumenblätter[3]); auch im Andröceum und Gynäceum kommen Vergrößerungen mit mehr oder minder veränderter Form vor, theils bezüglich des ganzen Organes, theils nur an den Griffeln und Narben[4]). Häufig bleiben bei den monströsen Vergrößerungen der Blütentheile dieselben in einer gesetzmäßigen Beziehung zu einander, so daß die Blüte eine bestimmte Form zeigt. Sie behält dabei entweder ihre normale Form; so sind Blüten mit vergrößerten Blumenkronen nicht selten, und die Cultur sucht dergleichen bekanntlich zu erzielen und constant zu erhalten (z. B. Viola tricolor). Oder die Blüte verliert dadurch ihre normale Form. So können regelmäßige Blumenkronen eine bestimmte zygomorphe Gestalt annehmen, wie in den fälschlich sogenannten gefüllten Blütenköpfen mancher Compositen, wo die röhrigen Blumenkronen der Scheibenblüten sich bandförmig vergrößern und den Strahlblüten ähnlich werden (Bellis, Georgina 2c.[5]). Die umgekehrten Bildungen, die Umwandlungen zygomorpher Blüten in actinomorphe nennt man Pelorien (von πέλωρ das Ungeheuer). Diese können auf zweierlei Weise zu Stande kommen; entweder dadurch, daß derjenige Theil der Blumenkrone, welcher die Zygomorphie bedingt, gar nicht oder in der Form der übrigen Theile der Blumenkrone ausgebildet wird, was Masters als regelmäßige Pelorie bezeichnet, z. B. bei Delphinium, Viola, Pelargonium, Tropaeolum, bei Scrophularineen, Bignoniaceen, Gesneraceen, Orchideen 2c.; auch bei den bandförmigen Zungenblüten mancher Compositen, wo also Lippen, Sporne 2c. schwinden. Oder es nehmen alle Glieder der Corolle die Form desjenigen Theiles an, welcher sonst allein anders gebildet ist und die Zygomorphie bedingt. Dies ist besonders häufig bei Linaria, wo die pelorischen Blüten 5 Spornen und 5 gleichlange Staubgefäße besitzen und dadurch actino-

---

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 284.

[2]) Masters, l. c. pag. 314—316.

[3]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 124. — Masters, l. c. pag. 428 bis 429.

[4]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 125—126. — Masters, l. c. pag. 430—431.

[5]) Cramer, l. c. pag. 55.

morph werden, auch bei Orchideen, wo in diesem Falle 3 Perigonblätter lippenförmig werden und die Säule gewöhnlich mangelhaft gebildet oder unterdrückt ist. Entweder sind sämmtliche Blüten einer Pflanze pelorisch oder nur einige; bisweilen betrifft es nur die Gipfelblüte. Die hierbei obwaltende Hypertrophie spricht sich auch darin aus, daß pelorische Blüten oft auch im Ganzen größer als gewöhnlich sind, und daß nicht selten zugleich eine Vermehrung der Gliederzahl der Blattkreise in ihnen vorkommt[1]). Die Eigenschaft, solche Blüten zu tragen, soll sich bei Fortpflanzung durch Samen leicht vererben[2]). Ueber die Beziehungen der Pelorienbildung zu den Ernährungsverhältnissen liegen außer den Bemerkungen bei Moquin-Tandon[3]), wonach pelorische Linarien in mageres oder unfruchtbares Erdreich gesetzt nach einiger Zeit wieder normale Blüten bekommen, und wonach aber auch eine von einem Felde in den Garten gesetzte Linaria vulgaris ihre Pelorie einbüßte, keine genaueren Beobachtungen vor.

Verunstaltungen der Früchte.

D. Verunstaltungen der Früchte. Hier handelt es sich weniger um diejenigen durch Cultur erzielten Formen, welche durch vermehrtes Fruchtfleisch vom normalen Zustande sich unterscheiden (sowohl die Riesenformen gewisser Beerenfrüchte 2c. als auch die auf Kosten der Samenbildung üppig entwickelten, samenlosen Formen, die man von manchen Pflanzen mit eßbaren Früchten cultivirt) als vielmehr um zufällige, wirkliche Unregelmäßigkeiten der Gestalt, die wiederum meist an fleischigen größeren Früchten bemerkt und als Curiositäten hier und da beschrieben worden sind. Moquin-Tandon[4]) hat mehrere solcher Fälle erwähnt; die dort angeführten Pflaumentaschen sind aber als Wirkungen eines Parasiten hier auszuschließen. Daß übrigens solche Verunstaltungen an fleischigen Früchten auch durch äußere mechanische Hindernisse bewirkt werden können, ist oben (pag. 19) erwähnt worden.

Hier sind auch die Krüppelzapfen der Fichte zu nennen, an welchen die Schuppen der oberen Hälfte rückwärts gewendet sind, so daß es den Anschein hat, als ob zwei Zapfen in umgekehrter Stellung mit der Spitze verwachsen seien. Es tragen aber alle Schuppen, auch die rückwärts gewendeten die Samen auf der der Spitze des Zapfens zugewendeten Seite.

---

[1]) Weitere Einzelheiten sowie ältere Literatur s. bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 171 ff.; Cramer, l. c. pag. 54; Caspary, Verh. phys.-ökon. Ges. Königsberg 1860; A. Braun, Bot. Zeitg. 1872, pag. 687; Reichenbach, Sitzungsber. der Naturf.-Versamml. zu Hamburg 1876; Masters, l. c. pag. 219—239.

[2]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 177. — Brolik, Flora 1844, Nr. 1.

[3]) l. c. pag. 177—178.

[4]) l. c. pag. 152.

Die Bildungsabweichung besteht darin, daß die Schuppen, welche an jugendlichen Zapfen alle normal abwärts gerichtet sind, in der oberen Hälfte des Zapfens auch späterhin diese ursprüngliche Lage mehr oder weniger beibehalten. Durch eine Beobachtung ist constatirt, daß ein bestimmtes Bäumchen lauter solche Zapfen trug.[1])

III. Vergrößerung durch Uebergang in eine andere morphologische Ausbildungsform (Vor- und rückschreitende Metamorphose).

Vor- und Rückschreitende Metamorphose.

Die zahlreichen in dieses Kapitel gehörigen Mißbildungen stellen sich dar als Umwandlungen der Blattorgane in eine andere Metamorphosenstufe und beziehen sich daher alle auf den Blütenstand oder die Blüten. Die Umwandlung der Blattorgane in eine morphologisch höhere Ausbildungsform wird vorschreitende, das Zurückgehen auf eine tiefere rückschreitende Metamorphose genannt.

Um nun die Ausbildungsform, welche hierbei angenommen wird, genauer zu bezeichnen, kann man nach Masters Vorgange die Ausdrücke Phyllodie (Verlaubung), sowie Sepalodie, Petalodie, Staminodie und Pistillodie anwenden, je nachdem Umwandlung in Kelch-, Blumenblätter, Staubgefäße oder Pistille vorliegt. Wir geben von diesen Erscheinungen, deren Hauptinteresse auf rein morphologischem Gebiete liegt, hier nur eine summarische Zusammenstellung der vorkommenden Fälle, um die Arten der hierher gehörigen krankhaften Symptome zu registriren.

Vorschreitende Metamorphose.

A. Vorschreitende Metamorphose. Involucralblätter in petaloider Ausbildung hat man bei Anemone gefunden[2]), Petalodie des Kelches, d. h. blumenblattartiger Bildung des Kelchsaumes, ist besonders bei Primula, Mimulus, Syringa, oder Umwandlung ganzer Kelchblätter in Blumenblätter, z. B. bei Ranunculus, Rubus, Carum ꝛc. beobachtet worden.[3]) Häufiger ist die Umwandlung eines oder mehrerer Blumenblätter oder Theile der Blumenkrone in ein Staubgefäß[4]); das Gleiche kann an den Nebentheilen der Blüte vorkommen, z. B. an der Nebenkrone von Passiflora, an der Corona von Narcissus ꝛc.[5]). Die Pistillodie endlich kann sich in allen Theilen der Blüte zeigen: an Perigonblättern von

[1]) Brügger in Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens, 5. März 1873. — Vergl. auch Flora 1875. Taf. IX und Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 26. Juni 1874.

[2]) Cramer, l. c. pag. 80.

[3]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 206. — Masters, l. c. pag. 283—285.

[4]) Masters, l. c. pag. 298.

[5]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 209 — Masters, l. c. pag. 301.


Fig. 25.
Pistillodie der Tulpe. Außer dem Pistill und einem Staubgefäß ein Blumenblatt, welches sich einbiegt und am Rande Samenknospen trägt. Nach Masters.

Tulipa, welche sich einbiegen und an den Rändern Samenknospen tragen [1]) (Fig. 25), besonders oft aber an Staubgefäßen, am häufigsten bei Sempervivum (Fig. 27) und Papaver (Fig. 28 u. 29.[2]) Entweder sind die Staubgefäße nur theilweis umgewandelt, so daß das Staubblatt in der einen Hälfte ein Antherenfach, in der anderen blattig gewordenen Hälfte einige Samenknospen trägt, z. B. bei Lilien (Fig. 26), oder beide Antherenfächer noch erkennen läßt, aber am Grunde und Rande derselben Anfänge von Ovularbildung zeigt (Fig. 27 u. 28); oft kommen dabei alle Uebergänge bis zu vollständiger Umwandlung vor, besonders bei Sempervivum. Ist das Staubblatt ganz in ein Carpell verwandelt, so bekommt es gewöhnlich eine deutliche Narbe und verwächst mit den Rändern. Dann stellt entweder jedes Staubgefäß ein kleines Pistill mit geschlossenem Fruchtknoten dar, am ausgezeich-

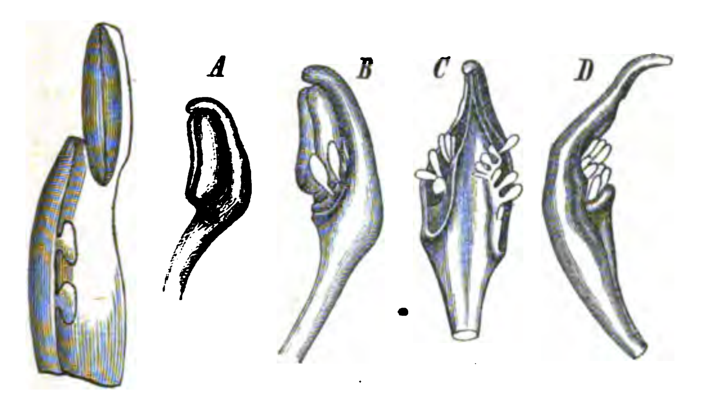


Fig. 26.
Pistillodie eines Staubgefäßes von Lilium, welches halb Anthere, halb Carpell ist.

Fig. 27.
Pistillodie der Staubgefäße von Sempervivum tectorum. A—D vier Uebergangsstufen, wobei das Staubgefäß allmählich breiter wird, die Form eines Carpelles annimmt, und an den Seitenfurchen der Antheren Samenknospen erscheinen. Nach v. Mohl.

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 209.

[2]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 210—213. — Masters, l. c. pag. 303—310. — Vergl. ferner H. v. Mohl, Vermischte Schriften, pag. 34 ff. (Sempervivum und Papaver); Morière, Transformation des étamines en carpelles dans plus esps. de Pavots. Caen 1862; Godron, Mélanges de Tératol. végét. pag. 7 (Papaver).

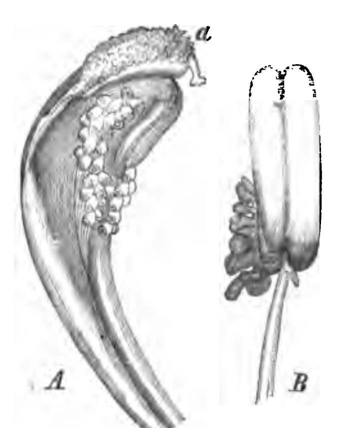


Fig. 28.
Pistillodie der Staubgefäße des Mohnes. B erste Stufe der Umbildung, wo die Anthere normal ist, nur am unteren Theil der Seitenfurchen eine Anzahl Samenknospen sich gebildet haben. A weiter fortgeschrittene Umbildung, wo an der Spitze bei a schon Narbenpapillen entstanden, die Antherenfächer bis auf einen geringen Rest zurückgedrängt sind. Nach v. Mohl.

netsten bei Papaver (Fig. 29); oder bei geringer Anzahl der Staubgefäße können die aus ihnen gewordenen Carpelle unter einander verwachsen und das normale Pistill einschließen, von welchem nur die Narbe neben denjenigen der carpelloiden Staubblätter hervorragt (an Barbaraea[1]) und Cheiranthus[2]) beobachtet).

Rückschreitende Metamorphose.

B. **Rückschreitende Metamorphose oder Rückbildung.** Diese Bildungsabweichungen sind ungleich häufiger als die vorschreitende Metamorphose und in allen Formationen der Hochblattregion und der Blüten zu finden, wie denn auch gerade mit dieser Metamorphose der Natur der Sache nach eine größere Massenentwickelung der Theile verbunden ist. Wir unterscheiden hier wieder:

Verlaubung.

1. **Verlaubung (Phyllodie)** oder die Rückbildung von Hochblättern oder Blütenblättern in grüne, chlorophyllhaltige, den Laubblättern der Species mehr oder weniger ähnliche Blattorgane. Meist werden freilich die Größen der normalen Laubblätter nicht entfernt erreicht, während die Formbildung sich ihnen viel mehr nähert, so daß oft Miniaturformen zu Stande kommen. Gar oft bleibt aber auch die Form hinter der normalen zurück, besonders wo die letztere eine complicirtere ist; wir sehen dann das verlaubte Blatt z. B. mit einfacherer Nervatur, mit geringerer Zertheilung und bei zusammengesetzten Blättern mit wenigeren, ja sogar nur mit einem einzigen ausgebildeten Foliolum. Um so bemerkenswerther aber erscheint es, daß bei der Verlaubung überall, auch dort, wo Größe und Gestalt des Laubblattes nicht erreicht werden, das Blatt im anatomischen Baue mit allen wesentlichen Merkmalen der vegetativen (assimilirenden) Blätter ausgestattet ist. Cramer[3]) hat dies eingehend beschrieben an verlaubten Blumenblättern von Primula chinensis. Diese haben eine Epidermis mit geschlängelten Seitenwänden, auf der morphologischen Unterseite mit zahlreichen Spaltöffnungen mit Athemhöhlen,

---

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 212. Anmerkg. von Schauer.
[2]) Masters, l. c. pag. 306.
[3]) l. c. pag. 30—32, Taf. II.

ein Mesophyll aus chlorophyllreichen, rundlich-polygonalen Zellen, welche an der Oberseite mehr Chlorophyllkörner enthalten und minder weite Intercellularen bilden als an der Unterseite, und Fibrovasalstränge, deren Verlauf demjenigen im eigentlichen Laubblatte sich nähert, d. h. eine Mittelrippe mit fiederförmig geordneten Seitennerven darstellt. Dagegen haben die Abschnitte der normalen Blumenkrone kein Chlorophyll, eine Epidermis ohne Spaltöffnungen und ohne geschlängelte Seitenwände der Zellen, sowie einen anderen Verlauf der Fibrovasalstränge.



Fig. 29.
Pistillodie beim Mohn, fast sämmtliche das Pistill umgebende Staubgefäße sind in kleine Pistille verwandelt.

Nicht jede Verlaubung der Blüte oder des Blütenstandes ist auf Bodeneinflüsse zurückzuführen. Sicher sind mehrfach parasitäre Einflüsse, z. B. Milben, die Ursache einer solchen Mißbildung. Die unzweifelhaft als solche erkannten Fälle sind im Nachstehenden ausgeschlossen.

Verlaubung der Hochblätter.

Verlaubung kann an den verschiedenen Hochblättern des Blütenstandes eintreten. Dann sind die Blüten selbst entweder normal gebildet oder ebenfalls mehr oder weniger verlaubt oder ganz fehlgeschlagen. Es sind beobachtet worden: eine Umwandlung der Spatha in ein vollkommenes gestieltes Laubblatt bei Arum maculatum[1]), ein Auswachsen der Hüllblätter der Köpfchen von Pyrethrum, Centaurea, Bellis, Georgina ꝛc. (bei Taraxacum mit Apostasis verbunden) in Laubblätter[2]), dasselbe bei den Hüll- und Spreublättern von Dipsacus[3]), eine Umwandlung der Deckspelze des untersten Aehrchens von Lolium perenne in ein kleines, aus Scheide und Blattfläche bestehendes Blatt, Umbildung einzelner oder aller Deckblätter in Laubblätter in den Blütenständen von Valeriana, Plantago (Fig. 30), Amorpha, Ajuga, Corydalis[4]), desgleichen der Hüllblätter

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 186.
[2]) Derselbe, pag. 187; Cramer, l. c. pag 51; Masters, l. c. pag. 163.
[3]) Fleischer, l. c. pag. 50—52.
[4]) Derselbe, pag. 187; Masters, l. c. pag. 242—244; 165.

mancher Umbelliferen[1]), der Primula chinensis[2]), die Bildung von Laubblättern aus den Deckblättchen der Blütenstiele von Convallaria multiflora, die Umwandlung aller Deckblätter von Dianthus in linealische grüne Blätter unter Abort der Blüten[3]), Umbildung der Deckblätter der Weidenkätzchen in kleine Laubblätter; bei Agrostis vulgaris Umwandlung der Blütenspelzen in schmale, grüne, laubblattartige Organe unter Fehlschlagen aller Blütentheile (Fig. 31). Dieser und mancher der vorerwähnten Fälle findet sich auch bei der unten erwähnten Sprossung der Blütenstände, besonders bei der Erscheinung der Viviparie, von der die hier aufgezählten Fälle sich darin unterscheiden, daß keine neue Sproßbildung stattfindet.



Fig. 30.

Phyllodie der Deckblätter der Aehren von Plantago major in zwei Formen, in B nur an den unteren Blüten und hier zugleich mit Apostasis der unteren Internodien der Aehre.

Verlaubung der Blütenblätter.

Phyllodie der Blütenblätter kann in allen Formationen der Blüte eintreten, aber meistens kommt sie nur in einer einzigen zur Geltung, während die anderen normal gebildet oder nur schwach verlaubt, häufiger mehr oder weniger fehlgeschlagen sind. Daher ist meist mit der Verlaubung irgend eines Blütentheiles auch Unfruchtbarkeit verbunden. Es

---

1) Fleischer, Mißbildungen, pag. 43. — Cramer, Bildungsabweichungen pag. 63 u. 68.

2) Cramer, l. c. pag. 15.

3) Godron, Nouvelles mélanges de Tératol. végét. pag. 12. Siehe auch unten bei Pleotoxie.

können aber auch sämmtliche Blattorgane der Blüte in laubartige Blätter sich verwandeln, was eine vollständige Auflösung der Blüte zur Folge hat. Diesen Fall bezeichnet man als Antholyse, Chloranthie oder Vergrünung. Eine Aufzählung der Pflanzen, bei denen bisher solche Blütenantholysen gefunden worden sind, giebt Masters[1]). Von diesen erwähnen wir nur Brassica oleracea und andere Cruciferen, Aquilegia vulgaris, Vitis vinifera, Reseda odorata, Tropaeolum majus, Trifolium repens, Lupinus, Dipsacus Fullonum, Fragaria vesca, Primula chinensis, Nicotiana rustica ꝛc. Im Allgemeinen bleiben die Blätter der Blüten bei ihrer Verlaubung noch mehr, als es die Hüll- und Deckblätter thun, hinter den Gestalts- und namentlich Größenverhältnissen der Laubblätter zurück, während in anatomischer Beziehung, wie schon angedeutet, die Metamorphose eine ziemlich vollständige ist. Mitunter hat die Phyllodie der Blütenblätter noch andere Mißbildungen im Gefolge, besonders Diaphysis und Ecblastesis (s. unten).

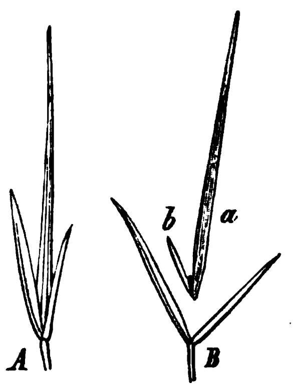


Fig. 31.
Phyllodie der Blütenspelzen von Agrostis vulgaris. A das ganze Aehrchen. B dasselbe geöffnet: zwischen den beiden normalen Deckspelzen ist die Blüte herausgezogen mit der abnorm verlängerten und verlaubten unteren Blütenspelze a und der ziemlich unveränderten oberen b; zwischen beiden nur eine Andeutung des Früchtchens.

Verlaubung der Kelchblätter.

Kelchblätter in verschiedenem Grade in Laubblätter umgewandelt sind beobachtet worden[2]) an Rosen, Fuchsia (Fig. 32), Epilobium, Geranium, Cucurbitaceen, Anemonen, Ranunkeln, Nigella, Delphinium, Caltha, Rubus, Geum, Poterium, verschiedenen Cruciferen, Spiraea, Papaver, Symphytum, Primula (Fig. 33), Gentiana, Convolvulus, Lycium, verschiedenen Umbelliferen, wo die Kelchblätter zu borstlichen oder linealen bis lanzettförmigen Blättchen werden, Trifolium, dessen Kelchzipfel sich in lanzettförmige oder keilförmige, gezähnte und geaderte, oder endlich in eirunde, den Blättchen der Laubblätter fast ganz gleichende Gebilde verwandeln; unter den Monokotyledonen bei Colchicum, wo die Perigonblätter grüne Farbe und oft größeren Umfang annehmen.

---

[1]) l. c. pag. 280.

[2]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 187. — Fresenius, Pflanzenmißbildungen, pag. 34 ff. — Engelmann, Diss. de Antholysi. — Fleischer, Mißbildungen, pag. 39, 67, 76, 83, 89. — Caspary, Schrift. d. physik.-ökon. Gesellsch. Königsberg. II. pag. 51. — Cramer, l. c. pag. 17, 27, 64, 78, 83, 90, 97. — Godron, Bull. soc. des sc. de Nancy 1876, pag. 130—133. — Masters, l. c. pag. 246—250.

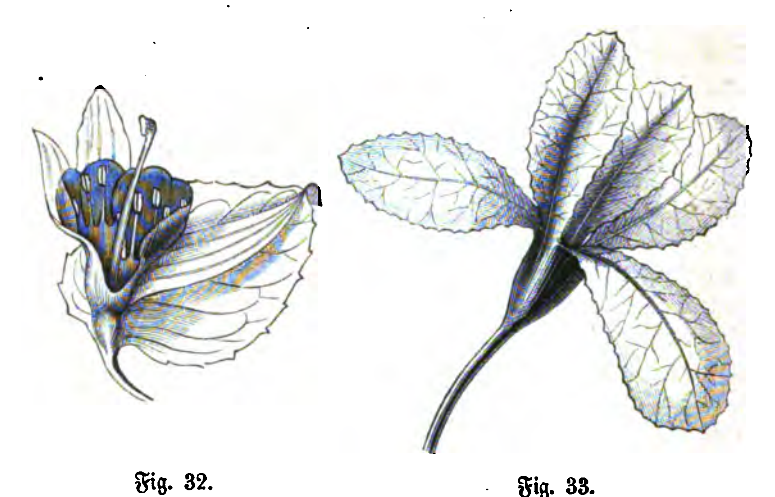


Fig. 32.
Phyllodie eines Kelchblattes von Fuchsia.

Fig. 33.
Phyllodie des Kelches von Primula. Die 5 Kelchabschnitte sind blattförmig vergrößert.

Verlaubung der Blumenblätter.

Blumenblätter laubblattähnlich verbildet finden sich sehr häufig, so bei den Cruciferen, bei Reseda, bei Ranunculus, Anemone, Actaea, Spiraea, Amygdalus, Potentilla, Rubus, Oenothera, bei den Umbelliferen, bei vielen Alsineen, bei Pelargonium, Tropaeolum, Vitis, Dictamnus, Malva, Primula (Fig. 34), Anagallis, Lonicera, Symphytum, Verbascum, Phyteuma, Campanula, Valerianella, bei mehreren Compositen[1]).



Fig. 34.
Phyllodie der Blumenkrone von Primula chinensis. Nach Cramer.

Verlaubung der Staubgefäße.

Phyllodie von **Staubgefäßen** kommt seltener vor, da diese Organe in verlaubten Blüten meistens fehlschlagen oder auf die Filamente reducirt oder wol auch normal gebildet sind; sie ist gefunden worden an Primula, verschiedenen Umbelliferen, Anemonen, Oenothera, Actaea, Tropaeolum. Jatropha, Petunia[2]). Dabei zeigen sich die Staubgefäße entweder gänzlich in grüne, flache, meist schmale, annähernd

[1]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 188. — Fresenius, l. c. pag. 34—39. — Fleischer, l. c. pag. 18, 39. — Godron, Mélanges de Tératologie, pag. 37. — Cramer, l. c. pag. 18, 27, 55, 65, 82. — Masters, l. c. pag. 251. — Vergl. auch Bot. Zeitg. 1876, pag. 493—494.

[2]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 189. — Fresenius, l. c. pag. 35—36. — Cramer, l. c. pag. 33, 65.

linealische Blätter ohne Antheren verwandelt. Oder von letzteren sind noch mehr oder minder Reste vorhanden: Diese finden sich dann entweder an der Spitze des blattförmig gewordenen Filamentes (Oenothera); oder sie sitzen der Innenseite der blattigen Ausbreitung auf (Primula); oder das Filament ist unverändert und trägt an der Spitze die Antherenrudimente, zwischen und über denen das Connectiv sich blattförmig ausgedehnt hat (Petunia). Čelakovský hält das Staubblatt für doppelspreitig, die beiden äußeren Antherenfächer der Hauptspreite entsprechend, die mittleren als einer aus dieser hervorgewachsenen Emersionsspreite angehörig, weil er bei Dictamnus, minder ausgeprägt bei Rosa und Camellia, bei Verlaubung die inneren Fächer durch blattartige Auswüchse aus der Innenseite des Staubblattes ersetzt sah[1]). Bisweilen besteht die Veränderung nur darin, daß die Filamente länger und nebst den im Uebrigen normalen Antheren grüner werden (Reseda).

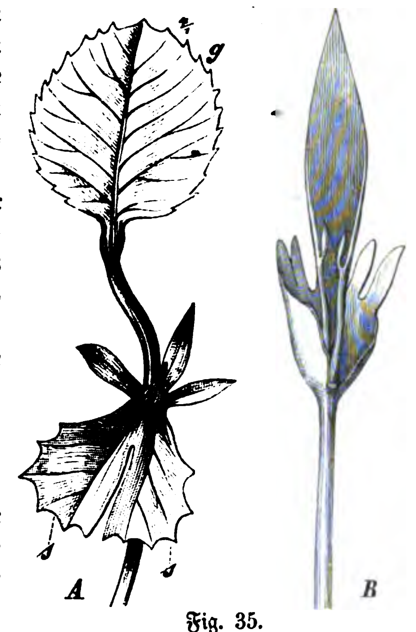


Fig. 35.

Vergrünte Blüten mit Phyllodie des Pistills von Trifolium repens. A aus dem Pistill ist ein gestieltes Laubblatt geworden, an welchem nur das Endblättchen g ausgebildet ist. Zugleich sind zwei der Kelchabschnitte s s laubartig. Nach Caspary. B schwächerer Grad, wo das Pistill zu einem schmalen, kahnförmigen Blatt sich geöffnet hat, an dessen Rande zwei Rudimente von Samenknospen. Nach Cramer.

Die bedeutendsten Veränderungen bei der Verlaubung kommen am Gynäceum vor. Mitunter ist zwar auch dieses verkümmert, wenn die Verlaubung im Kelch oder in der Blumenkrone ihren höchsten Grad erreicht. Aber häufig entwickeln sich die ansehnlichsten laubförmigen Gebilde aus den Carpellen. Die eingehende Erörterung dieser Verhältnisse ist der Morphologie zu überlassen, wir deuten nur kurz die verschiedenen Grade und Erscheinungen an, unter denen diese Phyllodie auftritt. Der oberständige Fruchtknoten streckt sich im einfachsten Falle, ohne seinen sonstigen Bau einzubüßen, stark in die Länge, so daß er aus der Blüte

Verlaubung der Carpelle.

[1]) Jahresber. des naturh. Ver. Lotos. Prag 1876, pag. 46.

hervorragt als ein grüner Körper, während die Griffel sich verkürzen; so z. B. bei Primula chinensis[1]). Oder aber der Fruchtknoten wird dicker als gewöhnlich, aufgeblasen, unförmlich, unter Verkürzung oder Fehlen von Griffel und Narbe, wie bei den Cruciferen, die normal eine Schote bilden[2]). Im letzteren Falle entwickelt sich häufig der den Fruchtknoten

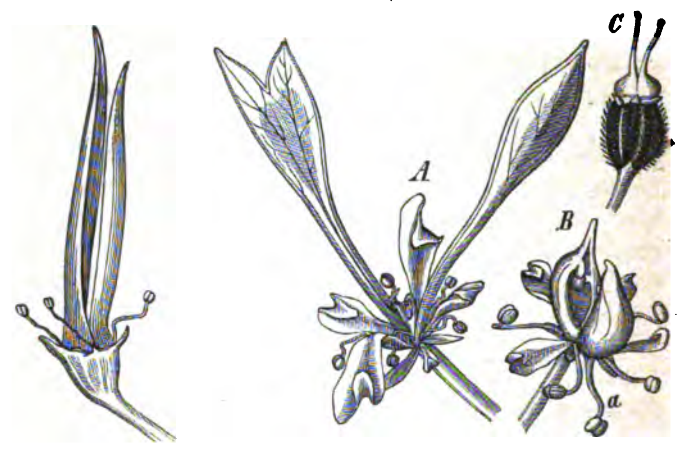


Fig. 36.
Phyllodie des Pistilles der Möhre. Der unterständige Fruchtknoten kleiner geblieben, die beiden Griffel zu 2 langen, grünen, rinnenförmigen Blättern verwandelt. Nach Cramer.

Fig. 37.
Phyllodie des Pistilles der Möhre. A der unterständige Fruchtknoten ganz geschwunden; dafür die beiden Griffel zu großen, grünen, gestielten Blättern verwandelt. B der Fruchtknoten oberständig geworden, zwei bauchige getrennte, offene und an den Rändern mit Samenknospen besetzte Carpelle darstellend. Bei a ein Staubgefäß an Stelle eines Blumenblattes. C das normale Pistill nach Entfernung von Blumenblättern und Staubgefäßen. Nach Cramer.

tragende Theil der Blütenachse zu einem langen, stielförmigen Carpophorum, so daß das vergrünte Pistill weit aus der Blüte hervorragt. Aehnliches zeigt sich bei Reseda. Auch monomere Pistille verwandeln sich in langgestielte, dünne und gestreckte, vergrünte Fruchtknoten, wie bei Trifolium[3]), Poterium[4]), Potentilla[5]). In einem höheren Grade von Chloranthie öffnet sich der oberständige Fruchtknoten, indem die Carpelle mit ihren Rändern nicht verwachsen, sondern blattartig, zugleich vergrößert, vergrünt und in ihrer Formbildung bisweilen sogar den Laubblättern ähnlich werden.

---

[1]) Fresenius, l. c. pag. 38. — Cramer, l. c. pag. 19, 33.
[2]) Fresenius, l. c. pag. 37. — Fleischer, l. c. pag. 18.
[3]) Fleischer, l. c. pag. 69.
[4]) Fleischer, l. c. pag. 84.
[5]) Godron, Mélanges de Térat. végét., pag. 37.

Ein mehrblätteriges Pistill löst sich daher in eine Mehrzahl solcher Blätter auf, wie es z. B. bei Anagallis und Lysimachia[1]), bei Cruciferen[2]), bei Reseda, Tulpen[3]), Salix[4]), Anchusa (Auflösung in 2 Blätter)[5]) beobachtet worden ist. Aus einem einblätterigen Pistill wird nur ein einziges vergrüntes Blatt. Wenn also die Blüte ein einziges monomeres Pistill besitzt, so ragt nur ein solches Blatt aus ihr hervor. Dies kommt besonders häufig bei Trifolium vor (Fig. 35), wo das Carpell bald nur als ein kahnförmiges oder flaches, am Ende noch mit dem Griffel versehenes Blatt, bald als ein gestieltes denen der Laubblätter ähnliches Endfoliolum erscheint, zu denen bisweilen auch noch seitliche Blättchen, wie beim Kleeblatt hinzutreten[6]). In Blüten, welche eine Mehrzahl einblätteriger Pistille haben, bildet sich ein aus kleinen grünen Blättern bestehendes Herz, welche mehr oder minder den Laubblättern ähneln; so bei Anemonen, Ranunkeln, Delphinium und anderen Ranunculaceen[7]), Potentilla[8]), Rubus[9]). Wenn bei Pistillen mit unterständigem Fruchtknoten Chloranthie eintritt, so ist der Fruchtknoten oft verkleinert oder ganz verschwunden, die Griffel aber blattförmig (Fig. 36). So besonders bei den Umbelliferen, wo die Griffel als zwei verlängerte, borsten-, rinnen- oder zungenförmige grüne Blätter aus der Blüte ragen, die mitunter sogar eine Theilung in einzelne Abschnitte zeigen, an die Theilung der Laubblätter erinnernd[10]). Aehnliches zeigen Oenothera[11]) und Compositen[12]). — Die Samenknospen sind bei der Vergrünung des Pistilles entweder völlig verkümmert, oder an ihrer Stelle treten ebenfalls vergrößerte, abnorm gestaltete und verlaubte Bildungen auf. Der schwächste Grad der Veränderung besteht darin, daß gekrümmte Samenknospen orthotrop werden. Bei stärkerer Umwandlung erscheint im Allgemeinen der Funiculus stielartig, das eine Integument zu einer blattartigen grünen Bildung vergrößert, in allen Uebergängen von einer bloßen, gespaltenen Röhre oder Glocke bis zu flach blattartigen, mit Nervatur versehenen Formen, die im höchsten

---

1) Cramer, l. c. pag. 19.
2) Fresenius, l. c. pag. 37.
3) Moquin-Tandon, l. c. pag. 190.
4) Masters, l. c. pag. 257.
5) Masters, l. c. pag. 259.
6) Caspary, l. c. — Fleischer, l. c. pag. 70—72. — Cramer, l. c. pag. 99—100, 104.
7) Fresenius, l. c. pag. 86. — Cramer, l. c. pag. 85, 87.
8) Godron, Mélanges de Térat. végét., pag. 39.
9) A. Braun, Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 28. Januar 1876.
10) Fleischer, l. c. pag. 39. — Cramer, l. c. pag. 65, 69, 73.
11) Fresenius, l. c. pag. 35.
12) Cramer, l. c. pag. 56.

Stadium zu gestielten Laubblättern (Fig. 37) werden können; der Eikern verschwindet oder er ist noch in dem röhrenförmig gestalteten Integument eingeschlossen, oder auf der Fläche der Oberseite des blattartig gewordenen Integumentes zu bemerken. Ueber das Auftreten von Knospen oder Sprossen an Stelle von Samenknospen ist unten der Abschnitt über Sprossungen zu vergleichen[1]). Da die verlaubten Samenknospen an den Stellen sich bilden, wo die normalen Samenknospen stehen, so ist ihr Auftreten je nach dem Baue des Gynäceums verschieden. Wo eine centrale Placenta vorhanden ist, verlängert sich diese mehr oder weniger und erscheint statt mit Samenknospen mit mehr oder minder entwickelten laubblattähnlichen Bildungen besetzt, welche mitunter aus einer Spalte des erweiterten Ovarium hervorbrechen (Primula, Anagallis). Auch bei solchen axilen Placenten, wo die Achse betheiligt scheint, wie bei Verbascum, steht die Placenta frei und trägt die Umwandlungsprodukte der Samenknospen[2]). Wo die Blütenachse eine einzige Samenknospe trägt, ist diese durch ein einziges verlaubtes Blatt ersetzt (Compositen). Sind die Samenknospen Erzeugnisse der Fruchtblattränder, so finden sich ihre vergrünten Verbildungen an den Rändern des unteren Theiles der blattförmigen Carpelle (Fig. 38), in welche der Fruchtknoten sich auflöst (Trifolium, Dictamnus, Cruciferen, Umbelliferen, Tulpen &c.).

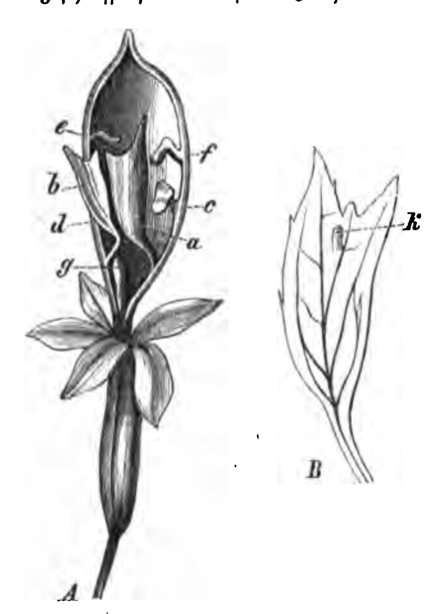


Fig. 38.

Vergrünte Blüte mit Phyllodie der Samenknospen von Trifolium repens. A aus dem Kelche ragt das blattartig offene Carpell, an den Rändern desselben bei a—g Samenknospen in verschiedenen Graden der Verlaubung. B eine der stärkst metamorphosirten Samenknospen, etwas mehr vergrößert, ein grünes Blättchen, von Gefäßbündeln b und d durchzogen, darstellend. Bei k der Rest des Knospenkernes. Nach Caspary.

---

[1]) Siehe besonders Cramer, l. c. pag. 19, 40, 60, 66, 69, 88, 100, wo eigene und fremde Beobachtungen nebst Literatur zusammengestellt sind. Vergl. auch Celakovsky, Flora 1874, Nr. 8 ff., und Abhandl. d. böhm. Ges. d. Wiss. 1876, Nr. 3; Peyritsch, Zur Teratologie der Ovula. Wien 1876.

[2]) Hallier, Phytopathologie, pag. 184.

Sepalodie.

2. Als Umwandlungen in Kelchblätter (Sepalodie) können diejenigen schwächeren Grade von Verlaubung gelten, durch welche besonders Blumenblätter mehr das Aussehen von Kelchblättern gewinnen, wie bisweilen bei Primula[1]). Hier dürften auch diejenigen Fälle zu nennen sein, wo der Kelch selbst, während er in normalem Zustande abweichende Bildung hat, die gewöhnliche Form der kelchartigen Ausbildung annimmt, wie es bisweilen am Pappus der Compositen vorkommt[2]).

Petalodie. — Gefüllte Blüten.

3. Petalodie oder Umwandlung in Blumenblätter, beziehendlich in petaloide Perigon- oder Kelchblätter (Anemone, Caltha etc.) als rückschreitende Metamorphose kommt an den Staubgefäßen und an den Carpellen vor und bedingt die Erscheinung der Füllung der Blüten (anthoplerosis); nicht selten findet dabei auch eine Vermehrung der in Blumenblätter sich umwandelnden Organe statt. Vollständig gefüllte Blüten, d. h. solche, in denen Staubgefäße und Carpelle petaloid geworden sind, sind selbstverständlich steril; die unter den Zierpflanzen beliebten Formen mit gefüllten Blüten werden auf vegetativem Wege vermehrt. Füllung der Blüten kommt besonders leicht an solchen Arten zu Stande, deren Blüten zahlreiche Staubgefäße besitzen, wie Rosaceen, Pomaceen, Amygdalaceen, Myrtaceen, Ranunculaceen, Papaveraceen 2c. Aber sie tritt auch an Blüten mit begrenzter Gliederzahl des Andröceums ein. Dann findet entweder Vermehrung der petaloid werdenden Glieder statt, wie besonders bei Dianthus, Tulipa und Lilium; oder diese unterbleibt, und die Blüte zeigt dann nur eine zweite Blumenkrone innerhalb der normalen, wie es bei Primula, Datura 2c. vorkommt. Uebrigens kann Füllung der Blüten auch durch Sprossung der Blütenachse (s. unten) entstehen.

Bei der Petalodie der Staubgefäße finden wir diese entweder vollständig in Blumenblätter verwandelt, ohne Spuren von Antheren, oder als Mittelbildungen. Im letzteren Falle zeigt sich am häufigsten das Filament in einen blumenblattartigen Körper umgewandelt, welcher auf seiner Spitze das Rudiment der Anthere trägt oder daselbst an den Rändern mit den beiden auseinandergerückten Antherenfächern besetzt ist, indem zugleich das Connectiv mit an der Metamorphose sich betheiligt (bei gefüllten Rosen der gewöhnliche Fall, Fig. 39). Oder das Filament bleibt fadenförmig, während vornehmlich von den Antheren die blattartige Entwickelung ausgeht (Ranunculus, Primula, Fuchsia, Fig. 40, auch bei Rosa), oder auch wol hauptsächlich vom Connectiv. Masters hat alle drei Arten der Metamorphose bei Camellia beobachtet. Eine doppelte Art der Füllung kennt

[1]) Cramer, l. c. pag. 18.

[2]) Cramer, l. c. pag. 54. — Vergl. auch Warming, Die Blüte der Compositen, in Hanstein's Bot. Abhandl. III. 2.

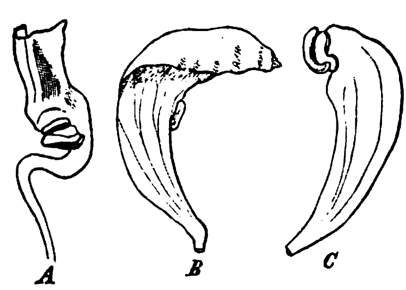


Fig. 39.

Petalodie der Staubgefäße aus einer gefüllten **Rosa centifolia.** A eine Form, wo der blattförmige Theil hauptsächlich von der Anthere herrührt. B Petalodie sowol vom Filament, als von der Anthere ausgehend; nur ein Pollensack am Rande noch erhalten. C Petalodie nur vom Filament herrührend, an dessen Spitze die vollständige Anthere fast unverändert.

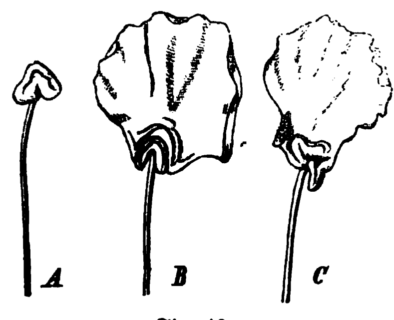


Fig. 40.

Petalodie der Staubgefäße von Fuchsia, unter Umwandlung der Antheren in blumenblattartige Ausbreitungen. A schwächsten Grad, wo die Anthere nur etwas unförmig ist. B und C stärkere Grade; die allmähliche Verblattung der Antheren deutlich sichtbar. Staubfäden unverändert.

man von Aquilegia, entweder Blumenblätter und Staubgefäße in Kelchblätter umgewandelt, die Staubgefäße nämlich mit blattartig verbreiterten Filamenten ohne Antheren, oder die Staubgefäße blumenblattähnlich, nämlich mit fadenförmigen Filamenten, auf denen die Antheren in dütenförmige Blumenblätter (Nectarien) umgewandelt sind, welche zum Theil mehrfach und in einander geschachtelt ausgebildet vorkommen. Aehnliches ist auch bei Delphinium bemerkt worden [1]).

Petalodie der Carpelle tritt, wie eben erwähnt, gewöhnlich in Begleitung der gleichen Metamorphose der Staubgefäße in den vollständig gefüllten Blüten ein. Doch kennt man bei Anemone nemorosa und Ranunculus asiaticus auch den seltsamen Fall, daß alle Blütentheile normal, nur die Carpelle petaloid sind. Der Anfang dieser Metamorphose besteht darin, daß zunächst Griffel und Narbe blumenblattartige Beschaffenheit annehmen [2]).

Staminodie.

4. **Staminodie** oder Umwandlung in Staubgefäße als rückschreitende Metamorphose an den Carpellen tritt mitunter bei halbgefüllten Blüten, aber auch ohne gleichzeitige Füllung ein. Man fin-

[1]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 197—202. — Cramer, l. c. pag. 18, 21, 33, 65, 82, 84, 98. — Masters, l. c. pag. 285—296. — A. Braun, Blütenbau von Delphinium, Pringsheims Jahrbücher I. — Derselbe, Ueber eine Monstrosität von Lilium candidum, in Verh. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 31. Juli 1874. — Man vergleiche auch das oben bezüglich der Phyllodie der Staubgefäße Gesagte.

[2]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 202—203. — Cramer, l. c. pag. 82, 85.

det entweder das Carpell vollständig durch ein Staubgefäß substituirt oder Mittelbildungen zwischen beiden. Von den wenigen genauer beobachteten Fällen dieser letzteren Art sind vorzüglich die von v. Mohl beschriebenen an Chamaerops humilis zu nennen, wo die drei Carpelle der Blüte normale Größe und Form hatten, eine gut ausgebildete Samenknospe enthielten und nur dadurch abwichen, daß zu beiden Seiten der Bauchnaht ein gelber Wulst verlief, der im Durchschnitte sich als ein in zwei Loculamente getheiltes, mit Pollen erfülltes Antherenfach erwies. Ebenso fand Cramer an Paeonia geöffnete Carpelle mit deutlicher Narbe und mit mehreren Samenknospen an dem einen, und einer zweifächerigen, mit Pollen erfüllten, der Länge nach angewachsenen Anthere an dem andern Rande. Von Schimper sind auf der inneren Wand der Ovarien von Primula acaulis Antherenfächer gesehen worden[1]). Hierher sind vielleicht auch die von Master[2]) erwähnten Blüten von Baeckea zu zählen, welche auf der Innenwand des einfächerig gewordenen Ovariums mit staubgefäßähnlichen, pollenbildenden Organen besetzt waren. Man vergleiche auch unten das über Heterogamie Gesagte.

Metamorphosen der Samenknospen.

Auch an Samenknospen kommen Metamorphosen ähnlicher Art vor. Eine Umwandlung dieser Organe in Staubgefäße will Godron[3]) an gefüllten Petunien beobachtet haben. Antheroide, pollenbildende Samenknospen sind auch an Passiflora und Rosa beobachtet worden[4]). In Carpelle mit randständigen Samenknospen verwandelt sollen dieselben bei Primula chinensis selten angetroffen worden sein[5]).

Heterogamie.

An die Metamorphosen schließen wir endlich diejenigen Erscheinungen, wo in eingeschlechtigen Blüten die Geschlechtsorgane die Ausbildung des anderen Geschlechtes annehmen. Sie sind weniger genau als vor- und rückschreitende Metamorphose zu charakterisiren und können passender als Heterogamie bezeichnet werden. Dieses Verhältniß tritt zunächst in der Form auf, daß da, wo männliche und weibliche Inflorescenzen von verschiedenem morphologischen Aufbau und verschiedener Stellung vorhanden sind, die eine Inflorescenz zum Theil die Beschaffenheit der anderen annimmt. So kommen bisweilen beim Mais in den männlichen Rispen eine Anzahl weiblicher Blüten vor, auch wohl umgekehrt einzelne männliche an den Kolben; bei Carex können männliche Aehrchen zum Theil weiblich werden und umgekehrt; an den Spitzen der männlichen Rispen des Hopfens

[1]) Vergl. v. Mohl, Vermischte Schriften, pag. 33. — Cramer, l. c. pag. 7, 19, 91. — Masters, l. c. pag. 299—300.

[2]) l. c. pag. 184.

[3]) Mélanges de Térat. végét. pag. 42.

[4]) Masters, l. c. pag. 185.

[5]) Cramer, l. c. pag. 20, 40.

hat man weibliche Zapfen[1]), desgleichen an weiblichem Hanf aus den Achseln der unteren Blätter der Zweige männliche Blütenbüschel beobachtet[2]). Ein anderer Fall ist der, wo die Inflorescenz ihren Bildungstypus beibehält und nur die Sexualorgane einzelner oder auch aller Blüten sich in das andere Geschlecht umwandeln oder durch dieses substituirt sind. So können bei Carpinus Betulus in den normalen dreilappigen Hüllen der weiblichen Inflorescenzen statt der weiblichen Blüte eine Anzahl Staubgefäße stehen (Fig. 41), wie sie sonst nur in den Achseln der Schuppen der männlichen Kätzchen vorkommen. Bei Salix hat man sowol eine Umwandlung des Pistills in Staubgefäße, als auch der Staubgefäße in Carpelle in den verschiedensten Uebergängen beobachtet; bei Euphorbia hat man an Stelle des Pistills ein Staubgefäß, im Utriculus von Carex statt des Pistills Staubgefäße gefunden[3]). Bei Salix kommt sowol eine Umwandlung der Staubgefäße in Carpelle, als auch des Pistills in Staubgefäße vor. Wegen des Näheren sei auf die beistehenden Abbildungen (Fig. 42) und deren Erklärungen verwiesen. Die hier dargestellten Uebergangsbildungen fand ich an einer Salix babylonica, wo an einem und demselben Zweige Kätzchen saßen, die theils in der unteren Hälfte männlich, in der oberen weiblich waren (die Uebergangsbildungen dieser Blüten sind in Fig. 42 A a bis e abgebildet), theils in der unteren Hälfte weiblich und in der oberen männlich waren (die betreffenden Mittelbildungen in Fig. 42 B a bis e). Selbstverständlich können durch diese Vorgänge eingeschlechtige Inflorescenzen androgyn, zweihäusige Pflanzen einhäusig werden. Endlich ist der Fall zu unterscheiden, wo in einer normal eingeschlechtigen Blüte zu dem bleibenden Sexualorgan das sonst fehlende andere hinzutritt, die Blüte also hermophrodit wird, wodurch unter Umständen ebenfalls Diöcie in Monöcie übergehen kann. Hierher gehören die androgynen Zapfen der Coniferen, bei denen, wie v. Mohl[4]) zuerst aufgeklärt hat, die Deckblätter der Fruchtschuppen sich in Antheren verwandeln. Ferner sind nicht



Fig. 41.
Heterogamie der Weißbuche. In den Hüllen der weiblichen Inflorescenz Staubgefäße statt der weiblichen Blüte.

[1]) Masters, l. c. pag. 191—193.

[2]) A. Braun, Bot. Zeitg. 1873, pag. 268.

[3]) Vergl. Masters, l. c. pag. 209 u. 309. — Moquin-Tandon, l. c. pag. 207—208.

[4]) Vermischte Schriften, pag. 45.

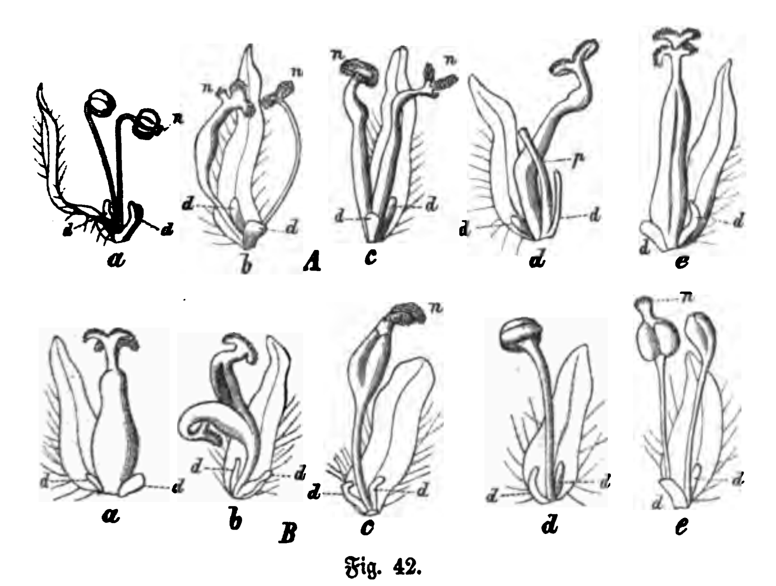


Fig. 42.

Heterogamie der Salix babylonica. A. Uebergangsbidungen der Blüten in einem Kätzchen, welches unten aus männlichen nach oben aus weiblichen Blüten bestand. Ueberall das Deckblatt und die dahinterstehende Blüte; dd die vordere und die hintere Honigdrüse. a—e fortschreitende Folge von Blüten von unten nach oben. a zeigt bei n am Scheitel einer Anthere schon Andeutung einer Narbe mit Papillen. In b und c die beiden Staubgefäße in stärkerer Pistillodie mit deutlichster Narbenbildung n. In d von beiden Körpern nur der eine als Pistill gebildet, der andere p rudimentär; aber das ausgebildete Pistill, weil nur aus einem Blatte hervorgegangen, nur mit einer einfach getheilten Narbe. In e ein vollkommenes, bimeres Pistill, daher auch mit doppelter gespaltener Narbe. B. Ebensolche Uebergangsbildungen eines unten weiblichen, oben männlichen Kätzchens. Bedeutung der Buchstaben dieselbe. Bei b das Pistill zur Hälfte in seine beiden Carpelle aufgelöst. In c und d nur ein, in e zwei ausgebildete Staubblätter, mit deutlich begonnener Antherenbildung, und bei n n noch mit Resten von Narben.

wenige Fälle bekannt, wo in eingeschlechtigen Angiospermenblüten abnormer Weise ein oder mehrere Organe des anderen Geschlechts hinzutreten. So hat Wigand[1]) in männlichen Blüten von Salix fragilis außer den beiden Staubgefäßen ein Pistill gesehen, welches nach seiner Meinung aus der hinteren Drüse hervorgegangen (?) und zum Theil an der hinteren Seite offen war und inwendig an beiden Seiten einen mit Pollen gefüllten Wulst zeigte. Bei einer analogen Bildung an Salix amygdalina hält Koch[2]) das Pistill für eine Umwandlung des dritten mittlen Staubgefäßes. Ich fand im weiblichen Kätzchen von Populus tremula einzelne Blüten,

[1]) l. c. pag. 16, Taf. I. Fig. 16—20.

[2]) citirt bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 383.

hat man weibliche Zapfen[1]), desgleichen an weiblichem Hanf aus den Achseln der unteren Blätter der Zweige männliche Blütenbüschel beobachtet[2]). Ein anderer Fall ist der, wo die Inflorescenz ihren Bildungstypus beibehält und nur die Sexualorgane einzelner oder auch aller Blüten sich in das andere Geschlecht umwandeln oder durch dieses substituirt sind. So können bei Carpinus Betulus in den normalen dreilappigen Hüllen der weiblichen Inflorescenzen statt der weiblichen Blüte eine Anzahl Staubgefäße stehen (Fig. 41), wie sie sonst nur in den Achseln der Schuppen der männlichen Kätzchen vorkommen. Bei Salix hat man sowol eine Umwandlung des Pistills in Staubgefäße, als auch der Staubgefäße in Carpelle in den verschiedensten Uebergängen beobachtet; bei Euphorbia hat man an Stelle des Pistills ein Staubgefäß, im Utriculus von Carex statt des Pistills Staubgefäße gefunden[3]). Bei Salix kommt sowol eine Umwandlung der Staubgefäße in Carpelle, als auch des Pistills in Staubgefäße vor. Wegen des Näheren sei auf die beistehenden Abbildungen (Fig. 42) und deren Erklärungen verwiesen. Die hier dargestellten Uebergangsbildungen fand ich an einer Salix babylonica, wo an einem und demselben Zweige Kätzchen saßen, die theils in der unteren Hälfte männlich, in der oberen weiblich waren (die Uebergangsbildungen dieser Blüten sind in Fig. 42 A a bis e abgebildet), theils in der unteren Hälfte weiblich und in der oberen männlich waren (die betreffenden Mittelbildungen in Fig. 42 B a bis e). Selbstverständlich können durch diese Vorgänge eingeschlechtige Inflorescenzen androgyn, zweihäusige Pflanzen einhäusig werden. Endlich ist der Fall zu unterscheiden, wo in einer normal eingeschlechtigen Blüte zu dem bleibenden Sexualorgan das sonst fehlende andere hinzutritt, die Blüte also hermophrodit wird, wodurch unter Umständen ebenfalls Diöcie in Monöcie übergehen kann. Hierher gehören die androgynen Zapfen der Coniferen, bei denen, wie v. Mohl[4]) zuerst aufgeklärt hat, die Deckblätter der Fruchtschuppen sich in Antheren verwandeln. Ferner sind nicht



Fig. 41.
Heterogamie der Weißbuche. In den Hüllen der weiblichen Inflorescenz Staubgefäße statt der weiblichen Blüte.

[1]) Masters, l. c. pag. 191—193.
[2]) A. Braun, Bot. Zeitg. 1873, pag. 268.
[3]) Vergl. Masters, l. c. pag. 209 u. 309. — Moquin-Tandon, l. c. pag. 207—208.
[4]) Vermischte Schriften, pag. 45.

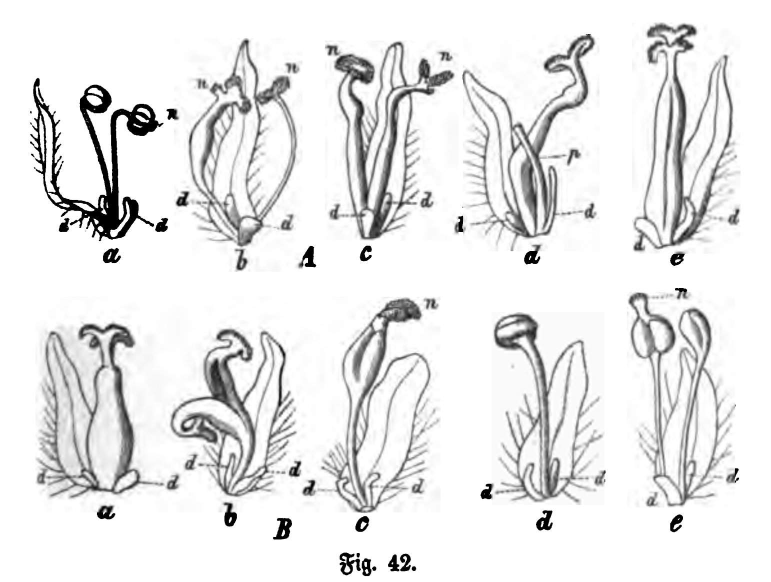


Fig. 42.

Heterogamie der Salix babylonica. A. Uebergangsbidungen der Blüten in einem Kätzchen, welches unten aus männlichen nach oben aus weiblichen Blüten bestand. Ueberall das Deckblatt und die dahinterstehende Blüte; dd die vordere und die hintere Honigdrüse. a—e fortschreitende Folge von Blüten von unten nach oben. a zeigt bei n am Scheitel einer Anthere schon Andeutung einer Narbe mit Papillen. In b und c die beiden Staubgefäße in stärkerer Pistillodie mit deutlichster Narbenbildung n. In d von beiden Körpern nur der eine als Pistill gebildet, der andere p rudimentär; aber das ausgebildete Pistill, weil nur aus einem Blatte hervorgegangen, nur mit einer einfach getheilten Narbe. In e ein vollkommenes, bimeres Pistill, daher auch mit doppelter gespaltener Narbe. B. Ebensolche Uebergangsbildungen eines unten weiblichen, oben männlichen Kätzchens. Bedeutung der Buchstaben dieselbe. Bei b das Pistill zur Hälfte in seine beiden Carpelle aufgelöst. In c und d nur ein, in e zwei ausgebildete Staubblätter, mit deutlich begonnener Antherenbildung, und bei n n noch mit Resten von Narben.

wenige Fälle bekannt, wo in eingeschlechtigen Angiospermenblüten abnormer Weise ein oder mehrere Organe des anderen Geschlechts hinzutreten. So hat Wigand[1]) in männlichen Blüten von Salix fragilis außer den beiden Staubgefäßen ein Pistill gesehen, welches nach seiner Meinung aus der hinteren Drüse hervorgegangen (?) und zum Theil an der hinteren Seite offen war und inwendig an beiden Seiten einen mit Pollen gefüllten Wulst zeigte. Bei einer analogen Bildung an Salix amygdalina hält Koch[2]) das Pistill für eine Umwandlung des dritten mittlen Staubgefäßes. Ich fand im weiblichen Kätzchen von Populus tremula einzelne Blüten,

[1]) l. c. pag. 16, Taf. I. Fig. 16—20.
[2]) citirt bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 383.

welche im Kelche außer dem Pistill ein oder mehrere wohlgebildete Staubgefäße enthielten (Fig. 43). An weiblichen Blüten von Fagus sylvatica sind epigyne Staubgefäße beobachtet worden; analoges auch bei Cannabis, Euphorbiaceen, Cucurbitaceen, Spinacia ꝛc., wo dann ein oder mehrere Staubgefäße in der Regel an den Stellen erscheinen, wo sie morphologisch zu erwarten sind[1]). Es verdient erwähnt zu werden, daß, wenn Heterogamie an Holzpflanzen vorkommt, sie sich oft an dem Individuum alljährlich zeigt, also Varietätscharakter anzunehmen scheint; z. B. an Salix, Carpinus.



Fig. 43.
Heterogamie der Zitterpappel. Zwei weibliche Blüten, die eine mit mehreren, die andere mit einem Staubgefäß; in der letzteren die Narben des Pistills schwächer entwickelt.

Erklärungsversuche.

An wirklichen Versuchen, die Mißbildungen der vor- und rückschreitenden Metamorphose zu erklären, gebricht es durchaus. Erschwert werden sie durch den Umstand, daß, wenn einmal eine solche Veränderung erzeugt worden ist, dieselbe sich leicht vererbt und dann also bei einer Bodenbeschaffenheit erscheint, welche an und für sich eine solche Mißbildung nicht hervorbringen würde. Man kann sich auch nicht überall Rechenschaft darüber geben, warum die Metamorphose bald in dieser bald in jener Richtung und bestimmten Form eintritt. Die Verlaubungen sind unzweifelhafte Hypertrophien, und da bei ihnen Organe, die normal verschiedenartigen anderen Zwecken dienen, sämmtlich zu chlorophyllreichen, also zu Assimilationsorganen ausgebildet werden, so scheint es, als wenn hier ein gewisses Gleichgewicht hergestellt werde zwischen dem Quantum der dargebotenen Bodennährstoffe und der Ausrüstung des assimilirenden Apparates, indem eine größere Menge aufgenommener Bodennährstoffe um für die Pflanze verwendbar zu werden, auch ein größeres Quantum assimilirten kohlenstoffhaltigen Materials erheischt. Das Vorkommen von Pflanzen mit vergrünten Blüten vorzugsweise in Culturen, auf Gartenland, auf Düngerplätzen ꝛc., zeigt unverkennbar, daß ein Ueberfluß an Nahrung einen Einfluß auf die Entstehung dieser Mißbildungen haben muß. Auch für die Füllung der Blüten müssen wir diese Beziehung anerkennen. Es ist bekannt, daß man gefüllte Blüten durch Versetzen der Pflanzen in gute Gartenerde erzielt. Und als eine vermehrte Produktion organischer Substanz sind auch diese zu betrachten, schon wenn man die Umbildung des

[1]) Weiteres vergl. bei Masters, l. c. pag. 197—200.

einzelnen Blattes berücksichtigt, mehr noch wenn man erwägt, daß mit den meisten Füllungen eine bedeutende Vermehrung der Blätter der Blüte verbunden ist. Weiter möchte hier die Thatsache noch Berücksichtigung verdienen, daß mehrfach solche Metamorphosen an ein und derselben Pflanze eine Reihe von Jahren hindurch in der gleichen Weise sich zeigen. Allgemein bekannt ist, daß Pflanzen, bei denen man durch Versetzen in guten Boden gefüllte Blüten erzielt hat, darnach in dem nämlichen Boden fortfahren, gefüllt zu blühen. Auch für Vergrünungen sind von Fresenius[1]) mehrere derartige Beobachtungen angeführt worden. Diese Thatsache möchte sich wol aus der dauernden Einwirkung der nahrungsreichen Bodenstellen, in denen die Pflanzen stehen, erklären. Doch findet auch mit der Zeit eine wirkliche Aneignung der unter solchen Verhältnissen erzielten neuen Bildungsformen und ein allmähliches Constantwerden derselben statt, ebenso wie es bei der Varietätenbildung mit anderen Merkmalen geschieht: man kann solche Blütenmißbildungen (besonders Füllungen) durch vegetative Vermehrung fortpflanzen, und Godron[2]) hat sogar Fälle von Vererbung derselben bei Fortpflanzung durch Samen beobachtet, nämlich von Plantago major mit verlaubten Deckblättern, so daß auch in diesen Mißbildungen teratologische Racen, wie Godron derartige Varietäten nennt, entstehen können. Auch sollen nach Godron normale Petunien mit Pollen gefüllter Blüten bestäubt, Samen liefern, aus denen gefüllte Petunien hervorgehen[3]). Ebenso sind die Mohnblüten mit in Pistille umgewandelten Staubgefäßen durch Samen fortpflanzbar.

IV. Vermehrung der Zahl der Organe in normaler oder abnormer Ausbildungsform.

Zwar mußte schon bei den bisher besprochenen Mißbildungen mehrfach erwähnt werden, daß mit ihnen bisweilen eine Vermehrung der Zahl der Organe verbunden ist, doch sind diese Fälle noch weit verbreiteter und müssen hier für sich zusammengestellt werden.

A. Vervielfältigung der Blattorgane.

Vervielfältigung der Blattorgane.

Die Zahl der Blätter an einem Sprosse oder der Theile eines zusammengesetzten Blattes kann sich auf verschiedene Art vermehren. Wenn man die Stellung der Blätter des normalen Sprosses und der Theile eines normalen zusammengesetzten Blattes im Auge behält, so läßt sich finden, ob außer den sämmtlich vorhandenen normalen Gliedern noch

[1]) l. c. pag. 36.
[2]) Nouveaux Mélanges de Tératologie végétale pag. 13.
[3]) Mélanges de Térat. vég. pag. 41.

neue zwischen denselben, an Stellen, wo normal deren keine sich befinden, entstanden sind. Diese Erscheinung bezeichnet man als Chorise. Wenn aber an der Stelle, wo normal ein Blatt oder Blatttheil steht, deren zwei aufgetreten sind, deren jeder in seiner Form ungefähr dem gewöhnlichen entspricht, so redet die Morphologie von Dedoublement. In diesem Falle muß man sich vorstellen, daß an dem für das Blatt oder Blättchen bestimmten Punkte schon anfänglich statt einer zwei neue gleiche Wachsthumsrichtungen aufgetreten sind. Bleiben dieselben während der ganzen Entwickelung von einander gesondert, so stehen zuletzt zwei getrennte gleiche Organe an der Stelle. Es ist aber auch möglich, daß die beiden neuen Wachsthumsrichtungen, sobald sie sich weiter aus dem Mutterorgan herausarbeiten, beeinflußt durch den Mangel an Raum, mit einander verschmolzen hervortreten. Dies kann in verschiedenen Stadien der Anlegung des Organes stattfinden. Man kann sich denken, daß die beiden Höcker, welche die ersten Anlagen darstellen, schon ein Stück hervorgetreten waren, als sie da, wo sie sich am Grunde berührten, wirklich vereinigt zum Vorschein kamen. Da nun von dem ersten Höcker der Blattanlage hauptsächlich die oberen Partien des entwickelten Blattes abstammen, so muß hieraus ein Organ resultiren, welches in einem unteren Theile wie ein einfaches, weiter oben aber in zwei Stücke getheilt erscheint, die dem entsprechenden Stücke eines einfachen Blattes, beziehendlich Blättchens, analog gebildet sind. Man könnte diese Erscheinung als unvollständiges Dedoublement bezeichnen. Es läßt sich aber auch denken, daß die beiden neuen Wachsthumsrichtungen von Anfang an vereinigt auftreten, als ein einfacher Höcker, der nur breiter als gewöhnlich ist. Dann kann natürlich nur ein einfaches Organ erscheinen; aber es ist denkbar, daß im Detail der Ausbildung desselben die im Ganzen unterbliebene Verdoppelung sich verräth. So sind vielleicht am naturgemäßesten diejenigen Fälle hierher zu stellen, wo man in Blättern mehr Mittelrippen als normal beobachtet hat[1]). Es leuchtet ein, daß die hier bezeichneten drei Grade von Dedoublement ohne Grenze in einander übergehen. Und selbst zwischen Chorise und Dedoublement wird Derjenige keinen principiellen Unterschied erblicken, für den es kein genetisch begründetes Blattstellungsgesetz giebt, sondern der mit Schwendener annimmt, daß dort, wo der Vegetationspunkt größeren Raum bietet, zur Ausfüllung desselben auch mehr seitliche Wachsthumsrichtungen als gewöhnlich sich in denselben theilen, welche dann, je nachdem es der Raum gestattet, völlig getrennt oder mehr oder weniger genähert oder verschmolzen auftreten. Endlich ist auch noch

---

[1]) z. B. bei Cardamine pratensis, Hedera, Plantago major (Moquin-Tandon, l. c. pag. 281).

der Fall denkbar, daß an einem einfach angelegten Blattorgane während der Ausbildung desselben eine außergewöhnliche Neubildung eintritt, die zwar unzweifelhaft als ein Theil des Ganzen, aber in der Form des Ganzen erscheint. Dieses kann vorkommen entweder in Form einer Dichotomie an solchen Blättern, welche an der Spitze wachsen, wie die Farnwedel, die dann im unteren Theile einfach, in einer gewissen Entfernung vom Grunde sich gabelig in zwei Wedel theilen, z. B. bei Scolopendrium vulgare[1]), oder in Form einer seitlichen Auszweigung, wohin wahrscheinlich die unten zu erwähnenden überzähligen kleinen Blätter in der Nähe des Grundes der Lamina einfacher Blätter gehören. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß bei manchen Vervielfältigungen von Blättern in gefüllten Blüten derartige Vorgänge stattfinden, die sich dann am nächsten etwa den verzweigten Staubgefäßen mancher Blüten vergleichen ließen. Zu entscheiden, welcher der vorstehend erörterten Vorgänge in jedem Falle einer Vervielfältignng von Blattorganen zu Grunde liegt, stößt nun gerade in der Teratologie öfters auf Hindernisse, da hier es sich meist um fertig gegebene, entwickelungsgeschichtlich nicht mehr untersuchbare Einzelfälle handelt und selbst an den entwickelten Organen durch die häufigen abnormen Stellungsänderungen (s. unten) die wahre Beziehung derselben zu einander oft verdunkelt wird. Darin aber, daß die neuen Theile die Form des ganzen Organes haben, sind alle hier als Vervielfältigung der Blattorgane zusammengefaßten Erscheinungen unter sich übereinstimmend und von denjenigen unterschieden, die wir oben als Spaltungen bezeichnet haben.



Fig. 44.
Pleophyllie bei Lamium album. Das vordere Blatt normal, an Stelle des gegenständigen anderen Blattes zwei Blätter.

Pleophyllie.

I. **Pleophyllie** nennt Masters die Vervielfältigung des einzelnen Blattes oder seiner Theile. An der Stelle eines einfachen Blattes tritt bisweilen ein Doppelblatt auf; beide Blätter sind dann entweder nur am Grunde oder auch mit den Stielen verbunden und in Form und Größe einander gleich (Fig. 44) oder auch das eine kleiner als das andere; oder aber die Vereinigung erstreckt sich auch auf einen Theil der Lamina, über welchem dieselbe gleich der Mittelrippe sich dichotom theilt[2]). Oder es kommt meist am Grunde der Lamina ein

[1]) Masters, l. c. pag. 64.
[2]) Masters, l. c. pag. 62, 63, 354.

Anhängsel in der Miniaturform des Blattes vor, z. B. bei Ulmus und Corylus [1]). Häufig findet sich Vermehrung der Blättchen zusammengesetzter Blätter. Für handförmig zusammengesetzte sind die Kleeblätter mit 4 bis 7 Foliola (bei Trifolium repens und pratense) das bekannteste Beispiel. Die Entstehung dieser Vermehrungen möchte wol auf Dedoublement eines Foliolums, bald des terminalen, bald eines seitlichen beruhen.

An einigen vierblätterigen Kleeblättern finde ich die Tendenz weiterer Vermehrung zu unvollständiger Sonderung der Foliola gelangt (Fig. 45), z. B. das eine der vier Blättchen mit in der Mitte gabelig getheilter Mittelrippe, die Blattfläche zwischen beiden Rippen bis zur Gabelung getheilt, die Ränder dieser Lappen gesägt und abgerundet, als wären sie die einander zugekehrten Hälften zweier secundärer Foliola; oder von den 4 Blättchen sind zwei an der einen Seite stehende zwar mit vollständig gesonderten Spreiten vorhanden, stehen aber auf einem gemeinsamen Stielchen, so daß sie offenbar die Stelle des einen normalen seitlichen Blättchens einnehmen (Fig. 45). Selbst wo vollständige Trennung besteht, kann man bisweilen die beiden durch Dedoublement entstandenen Blättchen daran erkennen, daß ihre einander zugekehrten Hälften, besonders gegen die Basis hin, schmäler als die anderen Hälften sind, so, daß beide Blättchen zu einander symmetrisch gestaltet sind. Dieselben Grade der Theilungen finde ich auch an Blättern von Ptelea trifoliata, die dadurch zum Theil vollständig aus 4 Foliola zusammengesetzt sind. Aehnliches ist auch bei Rubus und Fragaria beobachtet worden [2]).

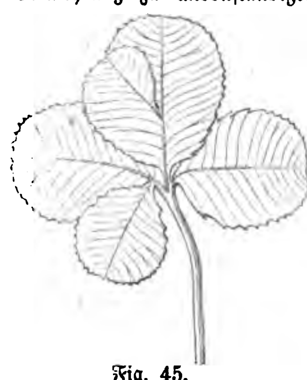


Fig. 45.

Pleophyllie des Blattes von Trifolium repens, **vierblätteriges Kleeblatt.** An Stelle des linken seitlichen Foliolum zwei Blättchen mit vollständig gesonderter Lamina, aber auf gemeinsamem Stielchen. Das Endblättchen in der Hälfte der Lamina verdoppelt.

Bei gefiederten Blättern kann ebenfalls Dedoublement, besonders im Endblättchen eintreten [2]). Aber es kommt hier auch noch eine stärkere Vermehrung der Organe vor, indem höhere Grade der Zusammensetzung erreicht werden dadurch, daß an Stelle eines Blättchens eine secundäre Blattspindel mit oft zahlreichen Fiederblättchen auftritt.

So besonders bei Gleditschia, die normal einfach gefiederte Blätter hat und bei der ich folgende verschiedene abnorme Verhältnisse der Zusammensetzung finde [3]): 1. Einfach gefiederte Blätter, an denen die meisten Fiedern einfach, aber einige gefiedert sind und diese die einfachen an Größe übertreffen, jedoch nicht beträchtlich, so daß die oft in großer Zahl vorhandenen einfachen Fiederchen zweiter Ordnung den einfachen erster Ordnung an Größe bedeutend

[1]) Masters, l. c. pag. 353—355.

[2]) Vergl. Clos, Mém. de l'acad. des sc. de Toulouse 1876, pag. 1—20; citirt in Just, Bot. Jahresber. für 1876, pag. 617.

[3]) Vergl. auch Cramer, l. c. pag. 92 und Clos, l. c.

nachstehen. Mittelbildungen zwischen beiden Formen der Fiedern, indem an der Basis sich neue wenige Fiederchen isoliren, aber ein großes, am Grunde bisweilen gelapptes Endfoliolum vorhanden ist. 2. Vollständig doppelt gefiederte Blätter mit großen, aus vielen Fiederchen bestehenden Fiedern erster Ordnung. 3. Doppelt gefiederte, partiell dreifach gefiederte Blätter, indem einzelne Fiederchen zweiter Ordnung abermals gefiedert sind.

Pleophyllie bei Laubblättern.

II. Vervielfältigung der Glieder der Wirtel und Spiralumläufe oder Polyphyllie. Eine abnorme Vermehrung der Blätter, durch welche die Blattstellung verändert wird, zeigt sich am auffallendsten in Form einer Vervielfältigung der Wirtelglieder. So beobachten wir in der Laubblattregion die Umwandlung eines Blattpaares in einen dreigliedrigen (selten viergliedrigen) Quirl, an Kräutern sowol wie an kräftigen Trieben der Holzpflanzen[1]). Bald hat der ganze Sproß quirlige Blattstellung angenommen, bald beginnt er mit normalen Blattpaaren und zeigt erst nach oben hin Wirtelstellung. Von Paris quadrifolia werden fünf- und sechsgliedrige Quirle der Laubblätter angegeben. Für ein Dedoublement sprechen die von Moquin-Tandon angeführten Fälle, wo am Sprosse außer dreigliederigen Wirteln Blattpaare vorkommen, welche ein mit zwei Mittelrippen versehenes oder auch zum Theil gespaltenes Blatt besitzen. An einem Cerastium arvense, dessen obere Blätter bis in die Inflorescenz dreigliederige Wirtel bilden, finde ich die beiden ersten Zweige des Dichasiums normal gegenständig, den einen mit einem wie gewöhnlich genau in der Mediane stehenden Deckblatt, am anderen aber das Deckblatt durch zwei dergleichen ersetzt, welche beide gleichmäßig nahe zu beiden Seiten seiner Mediane stehen. Als Chorise sind aber wahrscheinlich diejenigen häufigen Fälle aufzufassen, wo die drei Blätter eines Wirtels in der Längsrichtung verschoben sind, so daß sie in verschiedenen Höhen, jedoch in nahezu regelmäßiger $1/3$-Divergenz entspringen, wie es z. B. bei Cornus und Syringa nicht selten ist. Weniger auffallend und nicht eigentlich als teratologische Erscheinung zu betrachten ist die Vermehrung der Blätter in den cyclischen Blattstellungen, durch welche geringe Modificationen der Blattstellung, nämlich eine Vermehrung der Zeilen und ein Uebergang in eine höhere Blattstellung bedingt werden, wie es so ungemein häufig an verschiedenen Sprossen und an veschiedenen Individuen derselben Species unter ganz normalen Verhältnissen stattfindet. Den höchsten Grad und wirklich teratologischen Charakter nimmt aber die Vervielfältigung der Glieder der Cyclen sowie der Wirtel da an, wo die Oberfläche des Stengels abnorm vergrößert ist, also bei den Verbänderungen (s. pag. 231), wo die Zahl der verticalen Blattzeilen bedeutend ver-

[1]) Beispiele bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 330. — Fleischer, l. c. pag. 49. — Zahlreiche Beobachtungen bei Godron, Nouv. Mélanges de Térat. vég., pag. 16—19.

mehrt wird und das Gleiche auch mit der Zahl der Glieder von Wirteln geschieht, wovon oben die Rede war.

Polyphyllie der Hochblätter.

Eine Vervielfältigung der Wirtelglieder der Hochblätter ist bei Umbelliferen am Involucrum (in Form von Laubblättern) beobachtet worden[1]; desgleichen an den Deckblättern von Cerastium glomeratum, wo die Paare derselben in sechsgliedrige Quirle verwandelt waren[2]).

Polyphyllie in den Blüten.

Eine Vermehrung der Glieder in den Blütenblattkreisen tritt ungemein häufig und zwar unter verschiedenen Verhältnissen ein. Wol in allen Pflanzenfamilien kommt die Erscheinung vor, daß bei sonst normaler Ausbildung der Blüten die Gliederzahl der Blattkreise um eins, oder um mehr als eins vermehrt ist, bald durchgängig in allen Formationen der Blüte, bald nur in einigen, namentlich im Andröceum oder Gynäceum. Derartige Blüten werden als metaschematische bezeichnet, weil bei ihnen der Plan des Blütendiagramms durch die veränderten Zahlenverhältnisse ein anderer geworden ist. Sie sind im Einzelnen Gegenstand der speciellen Morphologie der Familien, und es können hier nur einige allgemeine Andeutungen und Literaturnachweise gegeben werden[3]). Zur Erklärung dieser Erscheinungen führt die Morphologie dreierlei Verhältnisse an, welche zum Theil schon Eingangs erörtert wurden. Erstens die vollkommene Ausbildung eines normal unentwickelt bleibenden Gliedes, z. B. des fünften Staubgefäßes vieler Labiatifloren, zweitens ein vollständiges oder unvollständiges Dedoublement, drittens eine Chorise, indem die Gliederzahl der Wirtel sich schon der Anlage nach vermehrt, wobei dann oft in allen Blütenkreisen die veränderte Zahl herrscht.



Fig. 46. **Polyphyllie der Blüte** der Aurikel. Die Glieder sämmtlicher Blattkreise der Blüte vermehrt; Blumenkrone zugleich vergrünt. Nach Fresenius.

Vermehrung der Blätter oder der Abschnitte des Kelches, beziehendlich des Perigons kommt in geringem Grade nicht selten, mitunter

[1]) Wigand, l. c. pag. 8. — Fleischer, l. c. pag. 43.

[2]) Masters, l. c. pag. 358.

[3]) Vergl. besonders Moquin-Tandon, l. c. pag. 331—337. — Godron, Nouv. Mélanges de Térat. vég., pag. 19—24. — Cramer, l. c. pag. 16, 17, 24, 71, 81, 84, 96, 98, 99. — Fresenius, l. c. pag. 43—45. — v. Freyhold, Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, Sitzung v. 31. März u. 30. Juni 1876. — Masters, l. c. pag. 359—369.

aber auch um das Mehrfache der normalen Zahl vor; letzteres besonders bei Primula (Fig. 46) und Cyclamen. Polyphyllie der Corolle ist meistens mit der des Kelches verbunden, in gleichen oder ähnlichen Graden. Bei zygomorphen Blüten kann dadurch das Perigon 2c. zwei Lippen bekommen, wie z. B. bei Orchideen. Vermehrung der Glieder der Staubgefäßkreise tritt bei starker Polyphyllie der Corolle oft in ähnlichem Grade auf; in anderen Fällen findet häufig eine Vermehrung um nur ein oder wenige Glieder statt, unter bestimmten morphologischen Erscheinungen. Es entwickelt sich nämlich entweder ein normal unterdrückt bleibendes Staubgefäß in den didynamischen Blüten, welche dadurch fünfmännig werden (bei Linaria, Lamium, Mentha 2c. beobachtet). Dahin gehören auch pelorische (pag. 246) Orchideenblüten mit stark entwickelter, aus drei Antheren bestehender Säule, wofür gewöhnlich die Lippe geschwunden ist. Oder die Zahl wird durch Chorise oder Dedoublement vermehrt; so werden z. B. bei Cruciferen die langen Staubgefäße um einen oder mehrere vermehrt, die kurzen verdoppelt, bei Papilionaceen das hintere freie Staubgefäß durch zwei dergleichen ersetzt. Polyphyllie im Gynäceum hat bei monomeren Pistillen eine Vermehrung der Zahl derselben zur Folge (zwei oder drei statt eins bei Delphinium, Prunus (Fig. 47), mehreren Papilionaceen), bei polymeren Pistillen eine Vermehrung der Zahl der Narben oder Griffel oder der Fruchtknotenfächer (so z. B. drei Carpelle statt zwei bei Cruciferen, Umbelliferen, fünf statt zwei bei Scrophularineen, vier oder mehr bei Liliaceen, bis achtgliederig bei Primula 2c.).



Fig. 47.
Polyphyllie der Pistille in den Blüten des Pflaumenbaumes. Statt des einzigen Pistills deren 2—3 in jeder Blüte. Nach Masters.

Polyphyllie der Blütenkreise ist nicht selten mit anderen Mißbildungen der Blüte vereinigt, häufig bei gefüllten Blüten, bei denen übrigens auch oft noch Vermehrung der Blütenkreise hinzutritt (s. unten); ebenso kommt Verlaubung unter Polyphyllie vor, z. B. bei Colchicum autumnale acht schmälere, vergrünte Perigonzipfel, zugleich oft unter Vermehrung der Staubgefäße und Griffel[1]). In manchen Fällen möchte es zweifelhaft

[1]) Fleischer, l. c. pag. 89.

sein, ob die vermehrte Zahl der Glieder der Blütenkreise wirklich auf Polyphyllie oder auf Synanthie (s. unten) beruht.

Polyphyllie der Cotyledonen.

Endlich kommt auch an den Embryonen eine Vermehrung der Cotyledonen vor, nämlich bei Dicotyledonen aus verschiedenen Familien, wo Fälle von Keimlingen beobachtet worden sind, welche drei Cotyledonen besaßen und mitunter bei der Keimung auch noch nachfolgende dreigliederige Wirtel bildeten[1]).

Pleotaxie. — Gefüllte Blüten.

III. Vervielfältigung der Wirtel oder Pleotaxie. Die Anzahl der Blätter kann sich auch dadurch vermehren, daß die Wirtel in größerer Zahl gebildet werden. An den Blättern des Blütenstandes kommt diese Erscheinung vor in Form eines doppelten Involucrums bei Anemone hepatica, eines dreifachen bei Cornus mas und suecica, ferner bei einer Monstrosität von Dianthus Caryophyllus, wo die schuppenförmigen Vorblätter in zahlreichen decussirten Paaren dachziegelig aufeinanderliegen unter Fehlen der übrigen Blütentheile, und das Ganze einer schlanken, verlängerten Aehre gleicht. Auch an ähren- und traubenähnlichen Inflorescenzen sind überhäufte Entwickelungen der Bracteen mehr oder weniger unter Fehlschlagen der Blüten beobachtet worden[2]). Sehr häufig zeigt sich aber diese Erscheinung in den Blüten. Zwei aufeinanderfolgende, mit einander alternirende Kelche werden angegeben von Linaria vulgaris[3]). Eine Vermehrung der Wirtelglieder des Perigons oder der Corolle findet oft bei den gefüllten Blüten statt, wobei natürlich von der auf Umwandlung von Staubgefäßen beruhenden Vermehrung jener Organe abzusehen ist.

Gefüllte Tulpen und Lilien zeigen dies besonders deutlich, weil hier oft die Dreigliederigkeit der einzelnen Wirtel unverändert bleibt. Bisweilen aber löst sich das Perigon unter bedeutender Vermehrung seiner Blätter in eine spiralige Stellung auf. Wenn in der Corolle Pleotaxie stattfindet, so sehen wir bei Gamopetalen entweder zwei bis drei gleichsam in einander geschobene gamopetale Kronen, oder die Glieder der Corollenkreise erscheinen getrennt, so daß die Blüte polypetal wird, z. B. bei Campanula, Nerium, Gardenia 2c. Man darf jedoch diese Erscheinungen nicht ohne nähere Prüfung hierher rechnen, weil das Gleiche auch durch Petalodie der Staubgefäße hervorgebracht werden kann. Wo die Lappen der inneren Corolle denen der äußeren superponirt sind, darf man am ersten eine Pleotaxie der Blumenkrone vermuthen; nicht aber bei Primula, wo diese superponirte Corolle unzweifelhaft der diese Stellung normal einnehmende Staminalkreis ist, wie Mittelbildungen erweisen; auch kann das Vorhandensein der gewöhnlichen Anzahl Staubgefäße außer der doppelten

---

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 16. Nov. 1869. — Sitzungsber. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult., 4. Dec. 1873. — Masters, l. c. pag. 370.

[2]) Vergl. die von Masters, l. c. pag. 371—374, hiervon aufgezählten Fälle, unter denen jedoch einige sein könnten, die von parasitischen Thieren verursacht werden und daher nicht hierher gehören würden.

[3]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 339.

Corolle nicht als sicheres Beweismittel gelten, da jene auch vermehrt sein können[1]).

Vervielfältigung der Glieder des Andröceums ist ebenfalls besonders in gefüllten Blüten, nämlich wenn jene die Form von Blumenblättern annehmen, zu bemerken, am unzweifelhaftesten in solchen Fällen, wo diese aus Staubgefäßen metamorphosirten Blumenblätter kleiner bleiben, als die in normaler Zahl und Größe vorhandenen wahren Petala, z. B. bei gefülltem Rubus fruticosus. Auch können Wirtel von Staubgefäßen, welche in der normalen Blüte unterdrückt bleiben, sich ausbilden und dadurch der theoretischen Annahme fehlgeschlagener Staubgefäßkreise eine Stütze bieten; so namentlich bei Orchideen, bei denen bisweilen alle sechs Glieder der Staubgefäßkreise zur Entwickelung gekommen sind, theils als Staubgefäße, theils blattartig[2]).

Vervielfältigung des Wirtels der Carpelle, wobei sich zwei oder sogar mehrere aufeinanderfolgende, beziehendlich in einander geschachtelte Carpellarkreise entwickeln, ist nur in wenigen Fällen beobachtet, welche man bei Moquin-Tandon[3]) und besonders bei Masters[4]) aufgezählt findet.

B. Vermehrte Knospen- und Sproßbildung.

Vermehrte Knospen- und Sproßbildung. — Durchwachsen der Kartoffeln. Schossen.

Weniger eine vermehrte, als nur eine beschleunigte Sproßbildung ist diejenige Erscheinung, wo normal angelegte Knospen vorzeitig (proleptisch) zu Sprossen auswachsen, was bei Holzpflanzen oft die für das künftige Jahr bestimmten Knospen thun, besonders an kräftigen Stock- und Wurzelausschlägen, oder nach vorzeitigem Verlust des Laubes durch Insektenfraß, Frost, Sommerdürre u. dgl., wenn darnach die Vegetationsbedingungen andauern. Eine solche Prolepsis ist auch das Durchwachsen der Kartoffeln, wo noch an der Mutterpflanze die Augen der Knolle zu Trieben auswachsen, die entweder dünn und gestreckt sind und Blätter bilden oder unmittelbar wieder zu kleinen Knollen (Kindelbildung) anschwellen. Diese Erscheinung zeigt sich, wenn am Ende der Vegetationsperiode der Kartoffelpflanze durch erhöhte Feuchtigkeit die Lebensthätigkeit wieder neu angeregt wird. Kühn[5]) fand, daß die Knolle durch die Kindelbildung nicht ärmer an Stärkemehl wird, daß also das letztere von den noch vorhandenen Blattorganen neu gebildet und in der neuen Knolle abgelagert ist, daß dagegen, wenn das Kraut schon ganz abgestorben ist,

---

[1]) Vergl. Cramer, l. c. pag. 17 u. 25. — Moquin-Tandon, l. c. pag. 340. — Masters, l. c. pag. 374—379.

[2]) Vergl. Cramer, l. c. pag. 10—12. — Masters, l. c. pag. 380—387.

[3]) l. c. pag. 342.

[4]) l. c. pag. 388—390.

[5]) Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1868, pag. 322.

die Kindelbildung auf Kosten des Stärkegehaltes der Mutterknolle geschieht. Letzteres ist auch der Fall, wenn die Kartoffeln in den Kellern austreiben, wobei die aus den Augen sich entwickelnden Triebe oft die Neigung haben durch reichliche Knospenbildung sich stark zu verzweigen und auch bisweilen zu kleinen Knollen anschwellen, die man mitunter sogar innerhalb der alten Knolle gefunden hat, wenn ein Auge nach einwärts getrieben hatte. Eine Prolepsis in anderem Sinne ist das sogenannte Schoßen oder in Samen schießen gewisser Culturpflanzen, welche im normalen Verlaufe in einer ersten Periode noch keine blütentragenden Stengel, sondern nur eine Menge von Wurzelblättern und oft zugleich eine rübenartig verdickte Wurzel entwickeln, wie beim Sellerie, bei den Möhren, Runkelrüben, Kohlrüben, Salat ꝛc. Wenn diese Pflanzen „schießen", so wird durch sofortige Entwickelung der sonst eine Zeit lang in Ruhe bleibenden Stengelknospen jener anfängliche Zustand entgegen dem Culturzwecke abgekürzt.

Eine wirkliche Vermehrung der Knospen oder Sprosse tritt unter verschiedenen Verhältnissen ein, von denen uns hier nur diejenigen interessiren, welche auf reinen Ernährungsanomalien beruhen, während wir alles das hier ausschließen, was im zweiten Abschnitte als Folgen von Verwundungen und in den späteren Abschnitten als Produkte parasitischer Eingriffe behandelt ist. Die Entstehung von Knospen oder Sprossen an solchen Stellen, wo dergleichen im normalen Zustande fehlen, ist morphologisch auf verschiedene Weise möglich, und wir unterscheiden darnach folgende Fälle.

Polycladie.

I. Polycladie oder Vervielfältigung normaler Knospen oder Sprosse. Hier ist entweder die Zahl der an einer Achse stehenden Tragblätter und somit auch die Zahl der Achselsprossen vermehrt, oder es gelangen Achselknospen, die in der Regel sich nicht entwickeln, zu vollständiger Ausbildung. Polycladie tritt in der vegetativen Region sowie im Blütenstande auf.

So können Stengel, die gewöhnlich einfach sind, bisweilen ästig werden, z. B. bei Chrysanthemum leucanthemum. Aehnliche Erscheinungen unter Fortschreiten zu höheren Verzweigungsgraden hat Fleischer[1]) am Raps und Kümmel bemerkt. Auch die mehrfachen Köpfe, die am Weißkohl und Blumenkohl beobachtet worden sind[2]), gehören hierher. Bei Dactylis glomerata sah ich aus der Scheide des obersten Laubblattes des Halmes ein achselständiges Halmglied mit einer kleinen Inflorescenz auf der Spitze hervortreten. Wenn die Hypertrophie sich in einer vermehrten Zahl der Wirtelglieder der Blätter äußert (s. pag. 269), und es sind dies Blätter, welche gewöhnlich Achselknospen bilden, so vermehrt sich auch oft die Zahl der letzteren; so bekommen z. B. Sprosse von Syringa oder Lonicera mit dreigliedrigen Blattwirteln die

[1]) l. c. pag. 17, 38.

[2]) Masters, l. c. pag. 351. — Caspary, in Schrift. d. phys. ökon. Gesellsch. Königsberg 1875. 2. Abthl., pag. 41.

Knospen und Zweige in Quirlen zu drei. An vielen Holzpflanzen entwickeln sich oft aus den Achseln einer oder mehrerer der untersten Knospenschuppen secundäre Knospen (Säumaugen Schimper's), die nicht mit den bei manchen Pflanzen normal dort vorhandenen verwechselt werden dürfen (vergl. oben pag. 38).

Die sogenannten Hexenbesen der Bäume, welche in einer abnormen Zweigwucherung bestehen und deren Ursachen meist unbekannt sind, könnten zum Theil hierher gehören. Das über diese Bildungen Bekannte ist oben pag. 44 mitgetheilt.

Polycladie der Inflorescenzen zeigt sich in einer abnorm vermehrten Zahl der secundären Achsen; so kommen bei Cruciferen bisweilen Trauben mit überhäufter Bildung von Blütenstielen vor, bei Umbelliferen Döldchen mit überzähligen Zweigen, welche bald als Blütenstiele, bald als laubblättertragende Sprosse erscheinen[1]). Bei Bellevalia comosa kommt eine besonders ausgeprägte Polycladie der Inflorescenz vor, wobei oft die Verzweigung in höhere Grade fortschreitet unter Fehlschlagen der Blüten[2]).

Dichotomie:

II. Dichotomie oder gabelförmige Theilung normal einfacher Achsen. Wir fassen unter dieser Bezeichnung diejenigen Erscheinungen zusammen, wo die Achse an irgend einer Stelle sich in zwei Achsen theilt, welche meist einen sehr spitzen Winkel mit einander bilden, einander fast ganz gleich und gerade so gebildet sind, wie es die einfache Achse über der Gabelungsstelle gewesen sein würde. Wiewol diese abnormen Dichotomien entwickelungsgeschichtlich nicht geprüft sind, so darf man sie wol mit größter Wahrscheinlichkeit auf eine Theilung des terminalen Vegetationspunktes zurückführen, in welchem Falle also der strenge morphologische Begriff der Dichotomie vorliegen würde.

der vegetativen Achse.

In der vegetativen Region tritt eine solche Theilung der Achse sehr häufig in Begleitung der Verbänderung (pag. 231) auf, wo, wie oben schon angedeutet wurde, die Terminalknospe oft durch mehrere Knospen (in Folge Zertheilung des Vegetationspunktes) ersetzt ist und der verbänderte Sproß in mehrere Triebe sich auflöst. Doch kann auch ohne Fasciation abnorme Dichotomie an vegetativen Achsen vorkommen.

Die verschiedenen morphologischen Erscheinungen, unter denen letzteres stattfindet, sind aus den Beschreibungen zu ersehen, welche Godron[3]) hiervon bei Weinreben gegeben hat. Entweder geschieht die Theilung in der Mediane des Blattes, beginnend mit Furchung der Internodien, die in den folgenden Internodien bis zur Zerspaltung fortschreitet, womit zugleich eine Spaltung des Blattes verbunden ist, die bis zu vollständigem Dedoublement geht, und wobei wol auch die den beiden Blättern gegenüberstehende Ranke sich verdoppelt. Oder die Theilung des Stengels ist rechtwinkelig zur Mediane des Blattes; es treten über dem Knoten zwei eine Gabel bildende Internodien auf und dann steht entweder die Ranke noch an ihrer Stelle am Grunde des vom Blatte abgewendeten Internodiums, aber es entspringt noch eine zweite

---

1) Cramer, l. c. pag. 63.
2) Masters, l. c. pag. 347.
3) Nouv. mél. de Térat. végét., pag. 7—11.

Ranke in der Gabelung, oder aber es sind zwei gegenständige Blätter vorhanden, so daß jeder Arm der Gabelung ein solches am Grunde trägt, und nur im Winkel der Dichotomie befindet sich eine Ranke.

des Blütenstandes.

Im Blütenstand zeigt sich die nämliche Erscheinung, indem köpfchen-, ähren- oder traubenförmige Inflorescenzen bisweilen an irgend einer Stelle unter der Spitze sich in zwei gleiche und gleich gerichtete Zweige spalten, deren jeder normal so wie das Ende der einfachen Inflorescenz gebildet ist. Hier ist die Annahme einer Dichotomie des Vegetationspunktes der Inflorescenzachse um so gerechtfertigter, als bei der Entwickelung dieser Inflorescenzen die Hauptachse der anfänglich allein sich bildende Theil ist, und weil auch an den dichotomirten Inflorescenzen sich keine Spur einer Umwandlung der axillären Sprossen zeigt, diese vielmehr alle normal als Blüten ausgebildet sind.

So finde ich es wenigstens an getheilten Blütenständen von Plantago major und Corydalis cava; die von Godron[1]) genannten Fälle bei Digitalis, Umbilicus pendulinus und Plantago Coronopus, die bei Masters[2]) angeführten ästigen Trauben von Reseda und Orchideen, die von Wigand[3]) beobachteten getheilten Köpfchen von Dipsacus und Matricaria, sowie der von Cramer[4]) abgebildete getheilte Arvenzapfen und der bei Masters[5]) dargestellte doppelte Cedernzapfen dürften wol auch hierher gehören.

der Blütenachse.

Als Dichotomie der Blütenachse dürften zu deuten sein die von Godron[6]) beobachteten Fälle von Theilungen des konischen Recaptaculums der Blüten von Rubus idaeus, wobei die gegeneinander gekehrten Seiten der beiden Theilungen nicht mit Carpellen besetzt waren, sowie die von Göppert[7]) angeführte gabelige Theilung des Fruchtbodens von Myosurus minimus. Man darf hiermit nicht die Synanthie (s. pag. 292) verwechseln.

Sprossung.

III. Sprossung (Proliferatio), worunter man alle diejenigen Erscheinungen begreift, bei denen die Achse abnorme terminale oder seitliche Sprosse hervorbringt. Wir unterscheiden demgemäß a) Durchwachsung (Diaphysis), auch wol End- oder Mittelsprossung genannt, wenn der Vegetationspunkt einer Achse, welcher im normalen Zustande durch die Bildung eines Blütenstandes oder einer Blüte unterdrückt ist, seine Thätigkeit wieder aufnimmt, b) Achselsprossung (Ecblastesis), wenn in den Achseln von Blättern des Blütenstandes oder der Blüten eine Sproßbildung stattfindet, welche im normalen Zustande daselbst nicht vor-

---

1) Nouv. Mélanges de Térat. végét., pag. 11.
2) l. c. pag. 112—113.
3) Bot. Untersuchungen, pag. 8.
4) l. c. Taf. VI. Fig. 4.
5) l. c. pag. 61.
6) Nouv. Mélanges de Térat. végét., pag. 11.
7) Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult., Sitzung v. 2. Nov. 1876.

handen ist. Je nach der Form, in welcher die neue Sprossung auftritt, ergeben sich mannigfaltige Erscheinungen.

Sprossung der vegetativen Achse.

1. Nur wenige Beispiele eigentlich hierhergehöriger Mißbildungen giebt es in der Region der Laubblätter. Hier möchte das Durchwachsen der die Nadelpaare tragenden Zweiglein bei Pinus sylvestris und verwandten Arten, d. i. die Bildung sogenannter Scheidenknospen, zu nennen sein, die schon im zweiten Abschnitt als häufige Folge von Verwundung erwähnt worden ist. Eine andere hierher gehörige Erscheinung ist die Bildung von Zapfen an Stelle der Nadeltriebe der Kiefer, in Folge deren eine ungemein große Anzahl von Zapfen dicht aneinander und in regelmäßiger Ordnung rings um den Stamm oder Ast angehäuft sind[1]).

2. Sprossung des Blütenstandes. a) Durchwachsung. Wenn der Vegetationspunkt der Hauptachse einer Infloreseenz anstatt wie gewöhnlich seine Thätigkeit einzustellen und die Infloreseenz abzuschließen, weiter wächst, so erscheint über der letzteren ein neuer Sproß. Dieser bildet sich bisweilen sogleich wieder als Blütenstand aus.

Sprossung des Blütenstandes. a) Durchwachsung. Lebendiggebärende Blütenstände.

Hierher gehört eine Reihe von Erscheinungen, von denen einige wegen der dabei auftretenden anderweiten Anomalien schon oben bei der Heterogamie berührt wurden. So die von Wigand[2]) angegebenen Fälle, wo die männliche Rispe einer Maispflanze nach oben in einen weiblichen Kolben überging, dann wieder als männliche Rispe auftrat und als solche endete, sowie das Umgekehrte, wo die Achse eines Kolbens an der Spitze ein 5 Cm. langes Stück mit männlichen Aehrchen besetzt war und dann wieder mit einem 3 Cm. langen weiblichen Kolben endigte. Bei Typha angustifolia sah ich den ein Stück über dem unteren Kolben beginnenden zweiten ebenfalls aus weiblichen Blüten zusammengesetzt und diesen erst an seiner Spitze, jedoch ohne Unterbrechung und ohne scharfe Abgrenzung beider Geschlechter in den männlichen Kolben übergehen; selbst drei weibliche Kolben übereinander kommen vor, wie mir Magnus mittheilte. Bei Equisetum kommen unterbrochene Aehren vor, indem die Achse über der Aehre vegetativ sich verlängert und darnach wieder sporangientragende Blätter entwickelt[3]). An einem Köpfchen von Trifolium repens sah ich die Hauptachse durchwachsen und nahe über dem Köpfchen ein zweites kleineres, das nur aus sehr wenigen Blüten bestand. Die Traube von Cytisus nigricans kann durchwachsen unter Bildung von lauter Laubblättern oder von solchen und unter darauf folgender Erzeugung von Blüten, sogar mit Verzweigung der Achse[4]).

Häufiger bildet der durchwachsende Sproß überhaupt nur Laubblätter. Ein solcher verhält sich entweder den normalen Laubsprossen ähnlich und wächst an der Pflanze ebenso wie diese weiter. Oder er hat die Neigung sich zu bewurzeln und wächst leicht zu einer neuen Pflanze heran, wenn

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 222. — Cramer, l. c. pag. 1 u. 3.
[2]) Bot. Untersuchungen, pag. 9.
[3]) Duval Jouve, Hist. Equiset. France, pag. 164.
[4]) Bergl. Cramer, l. c. pag. 93.

er mit feuchter Unterlage sich in Berührung befindet. Oder er ist sogar zu einer Bulbille ausgebildet, welche sich von selbst ablöst, auf dem Boden Wurzeln schlägt und zu einem neuen Individuum sich entwickelt. Diese Erscheinung ist daher einer der verschiedenartigen Fälle, die man als Lebendiggebären (Viviparie) bezeichnet (s. pag. 283). Sie ist jedoch, wie aus dem Gesagten sich ergiebt, nicht scharf zu unterscheiden von dem erstgenannten Falle, der zur Vermehrung nicht Veranlassung giebt.

Dahin gehören die durchwachsenen Coniferenzapfen[1]), die für die Morphologie von hohem Interesse sind, da zum Theil Uebergangsbildungen an ihnen vorkommen, nach denen man die Fruchtschuppe als aus zwei verwachsenen Blättern entstanden gedeutet hat, indem an Stelle der Fruchtschuppen vielblätterige Knospen erscheinen, deren beide ersten Blätter derber und von ähnlicher Beschaffenheit sind wie die Fruchtschuppe. Männliche Coniferenblüten, in einen kleinblätterigen Laubspross durchwachsen, wobei das Connectiv zur Blattspreite wurde, sah A. Braun[2]) an Podocarpus chinensis. Von den sogenannten viviparen Gräsern gehören fast nur die bei Poa bulbosa vorkommenden Verhältnisse hierher. Die bemerkenswerthesten Zustände der Aehrchen sind in Fig. 48 dargestellt. Die Deckspelzen (dd) sind ausnahmslos normal gebildet. Fig. A und B sind die eigentlich lebendig gebärenden Aehrchen, welche eine wirkliche Bulbille mit zwiebelartig angeschwollenen Blattscheiden entwickeln. Bei A finden wir nur die erste Blütenspelze b_1 normal, wiewol ohne obere Spelze und ohne eine Spur einer Blüte in der Achsel, die zweite Blütenspelze b_2 bereits als unterstes scheidenförmig erweitertes Blatt der Bulbille, nach oben bereits ein Blatthäutchen und eine kleine Laubspreite tragend, ebenfalls ohne obere Spelze und ohne Blütentheile; die dritte Blütenspelze b_3 als zweites Laubblatt der Bulbille, dessen Scheide den eigentlich zwiebelartig verdickten Theil derselben bildet; in welchem die Endknospe verborgen ist. Während hier fast vollständige Metamorphose des ganzen Aehrchens stattgefunden hat, nähert sich Fig. B schon mehr der eigentlichen Diaphysis. Wir finden die erste und die zweite Blütenspelze b_1

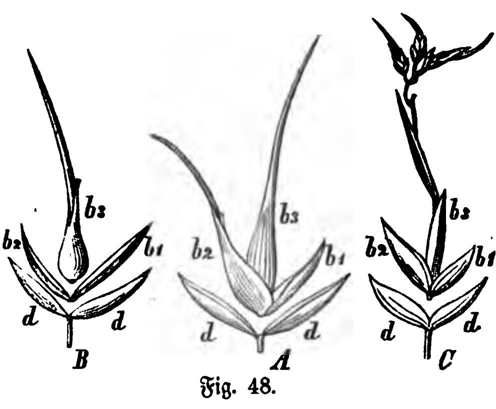


Fig. 48.

Lebendig gebärende Aehrchen (A und B) und **Durchwachsung des Aehrchens** (C) von Poa bulbosa. dd Deckspelzen, b_1 erste, b_2 zweite, b_3 dritte Blütenspelze. Erklärung im Texte.

[1]) Vergl. die Literatur bei Cramer, l. c. pag. 1, sowie Strasburger, die Coniferen, Jena 1872; überdies auch Stenzel, Beobacht. an durchwachsenen Fichtenzapfen (Nov. Act. Acad. Leop. Carol. 1876, referirt von Eichler in Flora 1876, pag. 392).

[2]) Monatsber. Akad. d. Wiss. Berlin, 14. October 1869, pag. 739.

und b_2 fast normal, jedoch ebenfalls ohne obere Spelze und ohne Blütentheile in der Achsel, und erst die dritte b_3 ist zu einem scheidenförmigen ersten Blatte der Bulbille geworden, deren nächstfolgendes als Laubblatt mit zwiebelig verdickter Basis erscheint. Selten findet man sogar die unter der terminalen Bulbille stehenden Blütenspelzen fruchtbar, nämlich mit normaler oberer Spelze und mit Blütentheilen in der Achsel. Eine vollständige Durchwachsung zeigt endlich Fig. C, jedoch nicht mit viviparem Charakter. Dieses Aehrchen ist ganz analog demjenigen in Fig. B, nur mit dem Unterschiede, daß die Aehrchenachse an der Spitze nicht in eine Zwiebel, sondern in einen kleinen, mit Knoten und gestreckten Internodien versehenen Halm ausgeht, dessen nicht zwiebelartig verdickte Blätter die Blattstellung der Spelzen fortsetzen und welcher mit einer kleinen Rispe mit meist wiederum viviparen Aehrchen endigt. Dieselbe Diaphysis des Aehrchens, ebenfalls in mehr oder minder bulbillenartiger Form fand ich auch an Festuca duriuscula im Riesengebirge. Auch die alpinen Poa-Arten zeigen mitunter durchwachsende Aehrchen; doch ist bei ihnen die eigentliche Viviparie davon verschieden, denn sie gehört, wie auch bei den übrigen viviparen Gräsern, zu den chloranthischen und durchwachsenden Blüten (s. unten). Nach Buchenau[1]) sind auch die lebendig gebärenden Formen mehrerer Juncusarten mit querscheidigen Blättern hierher zu stellen. Es sind Durchwachsungen der Köpfchen, indem die in der Mitte derselben befindlichen, gewöhnlich verkümmernden Blättchen zu einem Laubsproß auswachsen, wobei der Scheidentheil schmaler, die Lamina länger und so der Uebergang zu Laubblättern herbeigeführt wird; die Deckblätter des Köpfchens sind dabei oft steril, die obersten bisweilen mit kleiner Laubspitze versehen. An den sich niederlegenden Stengeln von Juncus supinus bewurzeln sich diese Laubsprosse leicht. An den aufrecht bleibenden Stengeln des Juncus pelocarpus nehmen sie dagegen den Charakter von Bulbillen an, lösen sich sehr leicht ab und geben, zu Boden fallend, Veranlassung zur Bildung neuer Stöcke. Unter den Cyperaceen gehört hierher Scirpus radicans, dessen Inflorescenz nach Umsinken des Halmes leicht einen sich bewurzelnden Laubsproß aus ihrer Spitze treibt. Ferner ist die Entwickelung einer wurzelschlagenden Laubrosette aus der Spitze der Aehre von Plantago lanceolata und Aehnliches an den Köpfchen von Eryngium viviparum beobachtet worden[2]).

Feuchtigkeit als Ursache. Daß die Durchwachsung des Blütenstandes durch übermäßige Feuchtigkeit des Mediums veranlaßt werden kann, geht aus einigen Versuchen Buchenau's[3]) hervor, dem es gelang, an normalen Köpfchen Durchwachsung künstlich zu erzeugen, nämlich an Juncus supinus dadurch, daß die Pflanze einige Zeit in einer sehr feucht gehaltenen Botanisirbüchse lag, und am Juncus lamprocarpus dadurch, daß er in einem Glase mit schlammigem Wasser kultivirt wurde. Spontan kommt Juncus supinus, wenn er in Torfgräben wächst, in die gleichen Verhältnisse und zeigt dann, wie Buchenau bemerkt, gewöhnlich diese Mißbildung.

b) Achselsprossung des Blütenstandes. b) Achselsprossung des Blütenstandes d. h. das Auftreten ab-

[1]) Abhandl. naturw. Ver. Bremen 1870, pag. 392.

[2]) A. Braun in Abhandl. Akad. d. Wiss. Berlin, 3. März 1859, pag. 181.

[3]) l. c. pag. 392—393.

normer Sprossungen aus den Achseln der Involucral- oder der Deckblätter eines Blütenstandes. Am häufigsten entwickeln sich diese Sprosse zu Inflorescenzen, die derjenigen, an welcher sie entstanden, ähnlich, aber oft kleiner und blütenärmer sind.

So bildet Lolium perenne nicht selten unregelmäßig zusammengesetzte Aehren: an der Stelle einiger Aehrchen steht eine kleine Aehre, aus mehreren zweizeilig geordneten Aehrchen zusammengesetzt. Die Blattstellung dieser secundären Aehre entspricht derjenigen des Aehrchens, aus dessen Umwandlung sie hervorgegangen ist; es wird also die Außenspelze zur Deckspelze und entwickelt statt einer Blüte ein Aehrchen. Man findet sogar in einem und demselben Aehrchen unten Blüten, oben kleine Aehrchen in der Achsel der Außenspelzen; dabei kommen oft abnorme Streckungen einzelner Glieder, Drehungen und Krümmungen der Spindel vor. Wenn das ganze Aehrchen zu einer Aehre umgewandelt ist, so bildet die Deckspelze dieses Aehrchens aus ihrer Achsel ebenfalls ein Aehrchen und wird dadurch den übrigen zu Deckspelzen gewordenen Bracteen gleichwerthig; ja mitunter bildet sich unter dieser primären Deckspelze ein kurzer Ast, durch den sie sammt der Inflorescenz vom Hauptblatte weggerückt wird, zum Beweise, daß sie in der That der Achse des Aehrchens, nicht der Hauptachse der Aehre angehört. Die Varietät Triticum vulgare compositum hat eine in analoger Weise doppelt zusammengesetzte Aehre. Bei Triticum repens fand ich ebenfalls in den Achseln der Deckspelzen ein Aehrchen, und so zwei oder drei Aehrchen scheinbar beisammen an den Gelenken der Aehrenspindel. Aus den Dolden der Allium-Arten erheben sich bisweilen dünne Zweiglein, welche einige köpfchenförmig gehäufte Blüten, bei A. Scorodoprasum &c. auch wieder Brutzwiebeln tragen. Bei anderen einfachen Dolden können an Stelle einzelner Blütenstielchen Döldchen auftreten, z. B. bei Primula[1]), Pelargonium &c. Bei den zusammengesetzten Dolden der Umbelliferen kann ein Döldchen durch eine zusammengesetzte Dolde, oder Randblüten der Döldchen durch kleine Dolden ersetzt sein[2]). Bisweilen kommen zugleich mit diesen Sprossungen Abnormitäten des Verzweigungstypus vor; die Doldenstrahlen sind nicht regelmäßig doldig, sondern mehr traubig oder rispig verzweigt[3]). An Köpfchen der Compositen und Dipsaceen sind secundäre Köpfchen an der Stelle von Blüten oder auch als Achselsprosse der Involucralblätter beobachtet worden[4]). An den Aehren von Plantago hat man die Blüten sämmtlich durch secundäre, gestielte Aehren ersetzt gefunden oder aber die unteren Bracteen in Laubblätter umgewandelt und aus ihrer Achsel einen secundären mit einem Köpfchen endigenden Schaft entspringen sehen[5]). In den Trauben von Veronica und Linaria kommen bisweilen einzelne secundäre Trauben in den Achseln der Deckblätter vor. Zusammengesetzte und daher unregelmäßig gehäufte männliche Kätzchen von Corylus erwähnt Masters[6]).

---

[1]) Cramer, l. c. pag. 15.

[2]) Vergl. Cramer, l. c. pag. 63.

[3]) Fleischer, l. c. Taf. IV.

[4]) Vergl. Cramer, l. c. pag. 51. und 52; Fleischer, l. c. pag. 52.

[5]) Schlechtendal, Bot. Zeitg. 1857. pag. 873. — Masters, l. c. pag. 109—111.

[6]) l. c. pag. 349.

Achselsprossung der Inflorescenzen kann aber auch in Form von laubblättertragenden Sprossen auftreten. Solche sind beobachtet worden an der Stelle von Blüten in den Köpfchen von Compositen[1]), an Scabiosa in den Blütenständen von Pelargonium, verschiedener Leguminosen, Brassica oleracea &c.[2]).

Selbstverständlich kann auch durch Sprossung der Blüten (s. unten) die Inflorescenz abnorme Verzweigung bekommen. Endlich sei noch des von Cramer[3]) erwähnten seltsamen und schwer zu deutenden Falles bei Taraxacum officinale gedacht, dessen verbänderter, hohler Schaft im Innern am Grunde einen normalen gestielten Blütenkopf und in dessen Innerem noch einen dritten Schaft enthielt.

Sprossung der Blüten. a) Durchwachsung.

3. Sprossung der Blüten. a) Mittelsprossung oder Durchwachsung (Diaphysis), wobei die Blütenachse an ihrer Spitze unter neuer Blattbildung weiter wächst. Das Produkt der Durchwachsung ist bald eine Blüte, bald ein Blütenstand, bald ein Laubsproß. Das gewöhnlichste Beispiel sind Rosen, an denen Durchwachsung in allen diesen drei Formen vorkommt. Die Mittelsprossung kann sich auch wiederholen, so daß z. B. aus der zweiten Blüte eine dritte hervorkommt &c. Mit Durchwachsung ist bisweilen ein Fehlschlagen gewisser Theile der Blüte verbunden. Oder es tritt zugleich in der Blüte rückschreitende Metamorphose (pag. 250) ein. Wenn letzteres der Fall ist, so werden bereits Blätter der Blüte selbst zu Blättern der Sprossung umgewandelt. Es kann daher letztere an Stelle der Placenta, oder des Pistilles auftreten, oder selbst unter vollständiger Antholyse kann die Blütenachse zu einer Inflorescenz oder einem Laubsprosse auswachsen. Je nach diesen Fällen und je nach dem Bau der Blüte kommen dabei verschiedene morphologische Veränderungen zum Vorschein. In Blüten mit mehreren einblätterigen Pistillen, wie in denen der Rosaceen, Ranunculaceen, oder mit einem einzigen solchen, wie in denen der Papilionaceen, kann die Blütenachse ohne Veränderung der zur Seite stehen bleibenden Pistille durchwachsen, wiewol auch hier die letzteren nicht selten sich öffnen und mehr oder weniger verlauben oder petaloid werden (Fig. 49)[4]). Bei Blüten mit einem einzigen mehrblätterigen Pistill stellt sich die Erscheinung je nach der Art der Placenta verschieden dar. Die Primulaceen zeigen die centrale Placenta zum neuen Terminalsproß ausgewachsen, wobei die Umwandlung der Samenknospen in Blätter zu bemerken ist[5]). Die Blüten

---

[1]) Cramer, l. c. pag. 52.
[2]) Masters, l. c. pag. 106.
[3]) l. c. pag. 58.
[4]) Beispiele hierfür bei Cramer, l. c. pag. 81, 89, 105.
[5]) Cramer, l. c. pag. 15 und 39 ff.

der Compositen, welche bald in Form eines Laubsprosses, bald eines kleinen Capitulums, seltener in Form einer zweiten Blüte durchwachsen[1]), lassen nach Cramer[2]) ebenfalls die sonst ganz unentwickelt bleibende Blütenachse neben der einzigen Samenknospe fortwachsen, wobei letztere bisweilen zum ersten Blatt des neuen Sprosses sich verwandelt. Bei Blüten mit wandständigen Placenten verlängert sich die Blütenachse ohne Betheiligung dieser; so besonders bei Reseda[3]) und Juncus[4]). Dasselbe scheint auch immer dort die Regel zu sein, wo der mehrfächerige Fruchtknoten eine axile Placenta hat, welche von den Carpellrändern gebildet ist; und zwar verhalten sich hierin auch die unterständigen Fruchtknoten in derselben Weise. Der bestbekannte Fall hiervon sind die durchwachsenden Umbelliferenblüten, wo zwischen den verlaubten Carpellen der neue Spross aus dem Blütenboden hervortritt (Fig. 50)[5]).



Fig. 49.

Durchwachsung der Blüte von Delphinium elatum. **a** die zum Theil vergrünte Blüte. Die Blütenachse ausgewachsen, trägt seitlich noch die unveränderten oder geöffneten Pistille und treibt aus den Achseln der obersten Carpelle mehrere Achselsprossungen, deren jede mit vollständiger, theilweis wieder vergrünter Blüte abschließt. Nach Cramer.

Sprossende Früchte.

Hier ist auch der sprossenden Früchte zu gedenken, die dadurch zu Stande kommen, daß in Blüten, welche diaphytisch sind, sich trotzdem die einzelnen Fruchtknoten mehr oder weniger zu Früchten ausbilden.

Besonders von Birnen werden viele solche Monstrositäten erzählt[6]): aus dem Innern der Frucht zwischen der mehr oder weniger auseinandertretenden Krone der Kelchblätter, die dabei bisweilen vermehrt und etwas vergrößert

[1]) vergl. Cramer, l. c. pag. 53—54.

[2]) l. c. pag. 60 ff.

[3]) Wigand, l. c. pag. 26.

[4]) Buchenau, l. c. pag. 395.

[5]) Fleischer, l. c. pag. 35. — Cramer, l. c. pag. 63, 74 ff. — Eine Zusammenstellung vieler Fälle von Blütendurchwachsungen findet sich bei Masters, l. c. pag. 116—138.

[6]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 367 ff. — Masters, l. c. pag. 422—424.

sind, entspringt ein beblätterter Sproß oder häufiger eine zweite Birne, aus dieser wol noch eine dritte; und selbst noch weitere Sprossungen sind beobachtet worden. Bald erhebt sich die zweite auf einem deutlichen Stiele, bald setzt sie sich unmittelbar, nur durch eine Einschnürung getrennt, an die erste an, bald sitzt sie mitten in dieser drinn, wobei letztere an ihrer Spitze mehr oder minder auseinander weicht. Auch kommen Birnen mit einer größeren Anzahl Sprossungen aus dem Scheitel vor, wobei ziemlich deutlich über jedem Kelchblatte eine solche hervorbricht, also wol eine Achselsprossung. Bei Aepfeln und Quitten ist Aehnliches gesehen worden. Oft enthalten solche Früchte keinen Gröps, oder derselbe ist vorhanden, doch nur selten samenhaltig, und dann stehen mehrere Kerngehäuse in Etagen übereinander oder sind in ein einziges zusammengeflossen. Die bloße Ineinanderschachtelung von Früchten ist schon keine Diaphysis mehr, sondern oben (pag. 273) bei der Vermehrung der Wirtel der Carpelle berücksichtigt.



Fig. 50.

Durchwachsung der Blüte der Möhre. Zwischen den verlaubten Carpellen der Blüte A tritt die durchwachsende Blütenachse hervor, um bei B eine zweite Blüte zu bilden, deren Carpelle a und b ebenfalls vergrünt sind und zwischen sich sowol eine abermalige Diaphysis in Gestalt einer gestielten Einzelblüte, als auch eine aus der Achsel von b entspringende kräftigere Achselsprossung, welche die Form eines vierblütigen Döldchens angenommen hat, hervortreten lassen. Nach Cramer.

Lebendiggebärende Blüten.

Es wurde schon angedeutet, daß die mit der Durchwachsung verbundene Metamorphose der Blütenblätter schon in tieferen Regionen als das Gynäceum beginnen, ja daß sie sogar unter vollständiger Antholyse eintreten könne, wo die Blüte ganz durch einen Laubsproß ersetzt ist. Wenn der letztere leicht Wurzel schlägt oder von selbst abfällt und am Boden sich bewurzelt, so daß auf diese Weise eine Vermehrung stattfindet, so nennt man die Erscheinung Lebendiggebären (Viviparie)[1]). Ein solcher Sproß, hier Brutknospe oder Bulbille genannt, ist entweder ganz aus zwiebelartig verdickten Niederblättern oder aus Laubblättern mit zwiebelartig fleischigen Scheiden gebildet, von denen die entwickelungsfähige

[1]) Die sehr verschiedenartigen Verhältnisse, die man überhaupt mit diesem Ausdruck bezeichnet, hat A. Braun (Abhandl. Berl. Akad. 1859, pag. 174 ff.) zusammengestellt; wir verstehen hier den Begriff nur im obigen Sinne.

der Compositen, welche bald in Form eines Laubsprosses, bald eines kleinen Capitulums, seltener in Form einer zweiten Blüte durchwachsen[1]), lassen nach Cramer[2]) ebenfalls die sonst ganz unentwickelt bleibende Blütenachse neben der einzigen Samenknospe fortwachsen, wobei letztere bisweilen zum ersten Blatt des neuen Sprosses sich verwandelt. Bei Blüten mit wandständigen Placenten verlängert sich die Blütenachse ohne Betheiligung dieser; so besonders bei Reseda[3]) und Juncus[4]). Dasselbe scheint auch immer dort die Regel zu sein, wo der mehrfächerige Fruchtknoten eine axile Placenta hat, welche von den Carpellrändern gebildet ist; und zwar verhalten sich hierin auch die unterständigen Fruchtknoten in derselben Weise. Der bestbekannte Fall hiervon sind die durchwachsenden Umbelliferenblüten, wo zwischen den verlaubten Carpellen der neue Sproß aus dem Blütenboden hervortritt (Fig. 50)[5]).



Fig. 49.

Durchwachsung der Blüte von Delphinium elatum. a die zum Theil vergrünte Blüte. Die Blütenachse ausgewachsen, trägt seitlich noch die unveränderten oder geöffneten Pistille und treibt aus den Achseln der obersten Carpelle mehrere Achselsprossungen, deren jede mit vollständiger, theilweis wieder vergrünter Blüte abschließt. Nach Cramer.

Sprossende Früchte.

Hier ist auch der sprossenden Früchte zu gedenken, die dadurch zu Stande kommen, daß in Blüten, welche diaphytisch sind, sich trotzdem die einzelnen Fruchtknoten mehr oder weniger zu Früchten ausbilden.

Besonders von Birnen werden viele solche Monstrositäten erzählt[6]): aus dem Innern der Frucht zwischen der mehr oder weniger auseinandertretenden Krone der Kelchblätter, die dabei bisweilen vermehrt und etwas vergrößert

---

[1]) vergl. Cramer, l. c. pag. 53—54.

[2]) l. c. pag. 60 ff.

[3]) Wigand, l. c. pag. 26.

[4]) Buchenau, l. c. pag. 395.

[5]) Fleischer, l. c. pag. 35. — Cramer, l. c. pag. 63, 74 ff. — Eine Zusammenstellung vieler Fälle von Blütendurchwachsungen findet sich bei Masters, l. c. pag. 116—138.

[6]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 367 ff. — Masters, l. c. pag. 422—424.

sind, entspringt ein beblätterter Sproß oder häufiger eine zweite Birne, aus dieser wol noch eine dritte; und selbst noch weitere Sprossungen sind beobachtet worden. Bald erhebt sich die zweite auf einem deutlichen Stiele, bald setzt sie sich unmittelbar, nur durch eine Einschnürung getrennt, an die erste an, bald sitzt sie mitten in dieser drinn, wobei letztere an ihrer Spitze mehr oder minder auseinander weicht. Auch kommen Birnen mit einer größeren Anzahl Sprossungen aus dem Scheitel vor, wobei ziemlich deutlich über jedem Kelchblatte eine solche hervorbricht, also wol eine Achselsprossung. Bei Aepfeln und Quitten ist Aehnliches gesehen worden. Oft enthalten solche Früchte keinen Gröps, oder derselbe ist vorhanden, doch nur selten samenhaltig, und dann stehen mehrere Kerngehäuse in Etagen übereinander oder sind in ein einziges zusammengeflossen. Die bloße Ineinanderschachtelung von Früchten ist schon keine Diaphysis mehr, sondern oben (pag. 273) bei der Vermehrung der Wirtel der Carpelle berücksichtigt.



Fig. 50.

Durchwachsung der Blüte der Möhre. Zwischen den verlaubten Carpellen der Blüte A tritt die durchwachsende Blütenachse hervor, um bei B eine zweite Blüte zu bilden, deren Carpelle a und b ebenfalls vergrünt sind und zwischen sich sowol eine abermalige Diaphysis in Gestalt einer gestielten Einzelblüte, als auch eine aus der Achsel von b entspringende kräftigere Achselsprossung, welche die Form eines vierblütigen Dölbchens angenommen hat, hervortreten lassen. Nach Cramer.

Lebendiggebärende Blüten.

Es wurde schon angedeutet, daß die mit der Durchwachsung verbundene Metamorphose der Blütenblätter schon in tieferen Regionen als das Gynäceum beginnen, ja daß sie sogar unter vollständiger Antholyse eintreten könne, wo die Blüte ganz durch einen Laubsproß ersetzt ist. Wenn der letztere leicht Wurzel schlägt oder von selbst abfällt und am Boden sich bewurzelt, so daß auf diese Weise eine Vermehrung stattfindet, so nennt man die Erscheinung Lebendiggebären (Viviparie)[1]. Ein solcher Sproß, hier Brutknospe oder Bulbille genannt, ist entweder ganz aus zwiebelartig verdickten Niederblättern oder aus Laubblättern mit zwiebelartig fleischigen Scheiden gebildet, von denen die entwickelungsfähige

[1] Die sehr verschiedenartigen Verhältnisse, die man überhaupt mit diesem Ausdruck bezeichnet, hat A. Braun (Abhandl. Berl. Akad. 1859, pag. 174 ff.) zusammengestellt; wir verstehen hier den Begriff nur im obigen Sinne.

Knospe umgeben ist. Indessen giebt es auch Blüten, wo die Sprossung weniger zwiebelartig verdickte Scheiden besitzt und auch weniger abfällig ist, vielmehr an der Pflanze selbst weiter wächst und mehr zu einer Polycladie der Infloreſcenz Veranlassung giebt. Namentlich bei den unten erwähnten viviparen Gräsern sind Uebergänge zwischen beiden Formen zu finden. Pflanzen deren Blüten in solche Brutknospen verwandelt sind, und daher keinen Samen bringen, vermehren sich durch diese Bulbillen. Gewisse Pflanzenarten zeigen diese Erscheinung häufiger als die normale Blütenbildung oder entwickeln sogar regelmäßig außer Blüten solche Brutknospen, wie Polygonum viviparum, mehrere Arten von Allium, besonders A. oleraceum, vineale, Scorodoprasum, Ophioscorodon 2c., auch Arten von Gagea. Diese Fälle dürfen somit weniger als pathologische Zustände betrachtet werden, schließen sich vielmehr dem regelmäßigen Vorkommen von Brutknospen an vegetativen Theilen gewisser anderer Pflanzen an. Hierhergehörige Fälle giebt es aber besonders unter den Gräsern bei den varietates viviparae[1]).

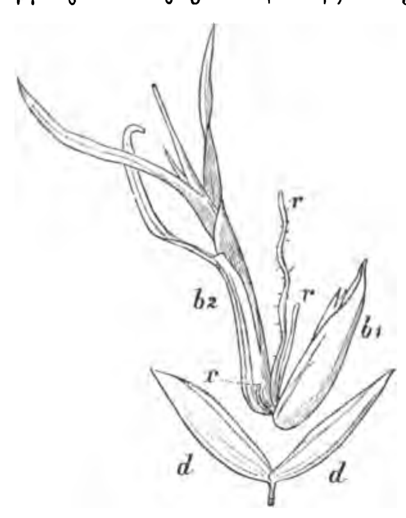


Fig. 51.

Lebendiggebärendes Aehrchen von Poa alpina. dd Deckspelzen. b_1 die erste unveränderte Blüte mit zwei Blütenspelzen. b_2 die zweite Blüte in eine Brutknospe umgewandelt. rr Rudimente einer dritten Blüte. x Würzelchen der Brutknospe.

An Poa alpina, laxa und minor in den Alpen finde ich übereinstimmend die Bulbille an Stelle einer Blüte; die untere Spelze derselben in ihrer normalen Stellung, aber zum ersten Blatte der Bulbille geworden, mit ihrer Scheide dieselbe umfassend und an der Spitze in eine kleine mehr oder minder verlängerte grüne Spreite übergehend. Das zweite Blatt der Brutknospe ist die gleichfalls verlaubte obere Blütenspelze. Dazwischen ragen bereits die Spitzen eines oder mehrerer grüner Blätter der Knospe hervor (Fig. 51 b_2). Ueber der sprossenden Blüte trug das Aehrchen nirgends eine vollständige Blüte mehr, höchstens das Rudiment einer solchen in Form einiger fadenförmiger Bildungen (Fig. 51, rr). Gewöhnlich war die sprossende Blüte die zweite, seltener die dritte. Die untere Blüte zeigt immer die äußere und die innere Blütenspelze normal entwickelt, die erstere jedoch bisweilen mit einer Spur einer Vergrünung und Verlängerung; die eigentlichen Blütentheile waren entweder fehlgeschlagen

[1]) Vergl. die in dieser Beziehung anders sich verhaltende Poa bulbosa oben unter den sprossenden Blütenständen, pag. 278.

oder vollständig ausgebildet und die Blüte dann normal aufgeblüht. Die beiden Deckspelzen zeigten keine Abweichung. Immer sah ich nur eine Blüte im Aehrchen in eine Bulbille umgewandelt; einmal fand ich zwei Sprosse (Fig. 52 B t u. a), der andere (a) war aber ein Achselsproß der Brutknospe und

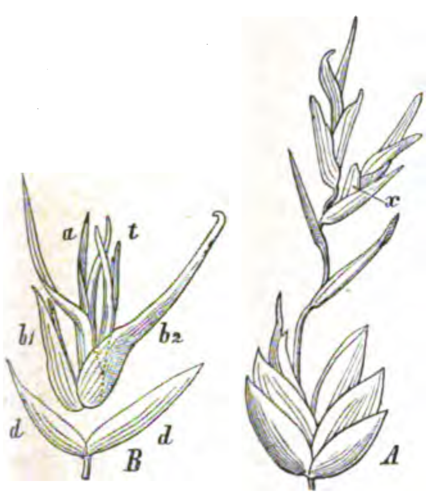


Fig. 52.

Lebendiggebärende Aehrchen von Poa laxa. A ein Aehrchen mit Durchwachsung, welche in der Achsel der obersten Blätter Brutknospen bildet; Erklärung im Texte. B ein Aehrchen mit einer Brutknospe, die aus zwei Sprossen besteht. dd Deckspelzen; b_1 die erste unveränderte Blüte mit zwei Blütenspelzen. b_2 die Blütenspelze der zweiten zur Brutknospe gewordenen Blüte; t deren Hauptsproß, a der Achselsproß des zweiten nach hinten gekehrten Blattes der Brutknospe.

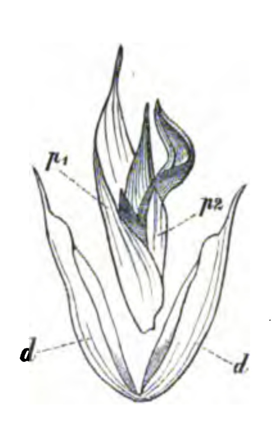


Fig. 53.

Lebendiggebärendes Aehrchen von Phleum pratense. dd Deckspelzen. p_1 untere, p_2 obere Blütenspelze, zwischen beiden die aus der Umwandlung der Blüte hervorgegangene Brutknospe.

zwar des zweiten nach hinten gekehrten Blattes derselben, wie aus der Scheidenumfassung unzweideutig hervorging. Bisweilen kommen in Rispen mit lebendiggebärenden Aehrchen auch einige Aehrchen mit der oben beschriebenen Durchwachsung vor. Fig. 52 A stellt ein solches Aehrchen dar; an den gestreckten Internodien gehen die Blütenspelzen allmählich in kleine Laubblätter über, um an der Spitze wieder mehr den Charakter von Blütenspelzen anzunehmen, zu denen sich auch wieder die obere Spelze (x) gesellt; und die Blüten sind wieder in Bulbillen verwandelt, wodurch deren axilläre Stellung und ihr Charakter als metamorphosirte Blüten deutlich hervortritt. An reich sprossenden Blütenständen von Phleum pratense, welche zum Theil viele dichte Büsche von Laubknospen trugen, von denen manche in kleine Hälmchen ausgewachsen waren, fand ich wiederum unzweifelhaft die Blüte des hier einblütigen Aehrchens in den Laubsproß umgewandelt (Fig. 53), welcher am Grunde noch von den beiden Blütenspelzen eingeschlossen war; die innere zarthäutig und nicht größer als sonst, die äußere im unteren Theile scheidig, im oberen mehr oder weniger vergrößert

und laubartig vergrünt; die Deckspelzen wenig und nur in der Form unbedeutend verändert.

Bei Carex kommt eine Sprossung der weiblichen Blüten vor, wo aus dem Grunde des Schlauches ein Stiel entspringt, der eine heraustretende secundäre Aehre trägt, die mit weiblichen oder auch mit männlichen Blüten besetzt sein kann[1]).

b) Achsel-sprossung der Blüten.

b) Achselsprossung der Blüten (Ecblastesis). Die Entwickelung von Sprossen aus den Achseln von Blütenblättern ist von der Mittelsprossung durch die seitliche Stellung an der Blütenachse zu unterscheiden; das Mutterblatt läßt sich aber nicht immer sicher bezeichnen wegen der häufigen Verschiebungen und wegen der dichten Stellung der Blätter. Auch mit dieser Sprossung gehen oft andere Mißbildungen Hand in Hand. So schlagen oft gewisse Theile der Blüte fehl, auf deren Kosten die Sprossung sich kräftig entwickelt; oder es tritt rückschreitende Metamorphose in verschiedenen Formen und Graden auf.

Aus einer Blüte entwickelt sich bald nur eine einzige, bald mehrere Achselsprossungen; auch Diaphysis kann zugleich vorhanden sein. Auch die Achselsprossungen sind bald eine Laubknospe oder ein Laubsproß, bald ein Blütenstand, bald eine mehr oder minder vollständige Blüte, welche oft auf einem verlängerten Stiele weit hervorsteht, mitunter aber auch in der Blüte sitzt, die dann nur aus vermehrten Blättern zu bestehen scheint.

Achselsprossungen können in der Achsel aller Blütentheile auftreten, jedoch nicht in allen gleich häufig. Oft stehen in der Achsel der Kelchblätter gestielte Einzelblüten; oder, wo solche überhaupt vorkommen, kleine Inflorescenzen, so namentlich bei Ranunculaceen[2]), Cruciferen[3]), Papilionaceen[4]), Umbelliferen[5]), Caryophyllaceen 2c.[6]); oder endlich Laubsprößchen, bei **Brassica, Anagallis** 2c. beobachtet[7]). Eine langgestielte zweite Blüte aus der Achsel eines Staubblattes entspringend wird von Masters[8]) bei **Nymphaea Lotus** erwähnt. An der Stelle der fehlgeschlagenen Staubgefäße hat man verzweigte Blütenstiele mit kleinen Blüten gesehen bei **Dianthus**[9]).

Die Fruchtblätter zeigen besonders häufig Ecblastesis; z. B. bei **Primula chinensis** in Form von Laubknospen, die sich nach Cramer[10]) zur Vermehrung der Pflanze benutzen lassen, oder in Form von Blüten, bei Umbelliferen

---

1) Wigand in Flora 1856, pag. 707.

2) Cramer, l. c. pag. 85.

3) Wigand, l. c. pag. 26.

4) Cramer, l. c. pag. 101 und 105.

5) Derselbe, l. c. pag. 66—67 und 75.

6) Moquin-Tandon, l. c. pag. 360. — Vergl. weiter Masters, l. c. pag. 142—150.

7) Masters, l. c. pag. 141.

8) l. c. pag. 144—145.

9) Masters, l. c. pag. 146.

10) l. c. pag. 36 ff.

in Form von Blüten oder Döldchen (Fig. 50)[1], bei Delphinium in Gestalt vergrünter Blüten (Fig. 49)[2], bei Papilionaceen zugleich mit Diaphysis[3], bei Reseda.[4])

Gefüllte Blüten in Folge von Sprossung.

Durch Ecblastesis können auch gefüllte Blüten[5]) entstehen, indem in den Achseln der Perigonblätter oder Blumenblätter dicht beblätterte Sprößchen mit unentwickelter Achse sitzen, deren Blätter alle dem Mutterblatte ähnlich sind, so daß die ganze Blüte eine dichte blattreiche Rosette bildet.

An einer monströsen gefüllten Rose finde ich auf dem oberen Rande des Recaptaculums mehrere kleine Sprößchen, die fast nur mit Blumenblättern besetzt sind; eben solche Füllungen beobachtete Sadebeck[6]) an Kirschblüten, und Buchenau[7]) hat über gefüllte Blüten von Juncus squarrosus berichtet, deren 6 Perigonblätter in ihren Achseln kleine Büschel ähnlicher Blätter hatten und welche über dem Perigon noch mehrere ähnliche Blätter mit solchen Achselsprossungen trugen.

Stellung der Sprosse zur Blütenachse.

Ueber die Stellung der Sprosse rücksichtlich der Form der Blütenachse sei noch bemerkt, daß in Blüten mit unterständigem Fruchtknoten die Sprossungen aus den Achseln der Kelchblätter entweder ebenfalls epigyn sind, wenn die letzteren diese Stellung haben, oder mit diesen hypogyn werden, wenn das Pistill sich auflöst, wie es häufig bei Umbelliferen geschieht. Eine eigenthümliche Erscheinung ist das Vorkommen von Blütenknospen an der Außenseite des unterständigen Fruchtknotens in der Achsel daselbst aufgetretener, schmaler Deckblättchen bei Prismatocarpus und Philadelphus und ähnlich bei Opuntia[8]). Perigynische Blüten tragen die Achselsprossungen der Kelch- und der Blumenblätter auf dem Rande des becherförmigen Blütenbodens; doch zieht sich auch hier bei starker Antholyse die Achse zusammen und Blätter und Sprosse stehen wie gewöhnlich übereinander.

Sprossungen der Samenknospen.

An die seitlichen Sprossungen der Blüte schließen wir auch die Sprossungen der Samenknospen die in Form von Blüten oder Laubsprößchen vorkommen und bisweilen bei Cruciferen beobachtet worden sind, ohne hier in der Streitfrage der Morphologen Stellung zu nehmen, ob der Ovularsproß der umgewandelte Eikern oder eine adventive Neubildung des Ovularblattes ist[9]).

---

[1]) l. c. pag. 67 und 75.

[2]) l. c. pag. 89.

[3]) l. c. pag. 105.

[4]) Wigand, l. c. pag. 26. — Weitere Angaben über Ecblastesis der Blüten siehe bei Fresenius, l. c. pag. 41, und besonders bei Masters, l. c. pag. 148—150.

[5]) Vergl. oben pag. 259 und 272.

[6]) Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 1875, pag. 107.

[7]) l. c. pag. 380.

[8]) Masters, l. c. pag. 178—179.

[9]) Vergl. Celakovsky, Bot. Zeitg. 1875 Nr. 9.

Sprossungen der Mooskapseln ꝛc.

Als Abnormität hat man verzweigte Mooskapseln bei verschiedenen Laubmoosen gefunden; dieselben sitzen unter einer gemeinsamen Calyptra und sind entweder bis auf die Basis der Seta getrennt, oder nur mit letzterer oder fast ganz verwachsen und dann nebeneinander, seltener aufeinanderstehend. Sie rühren von einer Verzweigung des Embryo her[1]). Ebenso fand Leitgeb[2]) einen monströsen weiblichen Hut von Marchantia, der eine Art Sprossung zeigte: an Stelle der Archegonien die sonst auf dem Laube dieses Lebermooses vorkommenden Brutknospenbehälter und zum Theil mit Brutknospenbehältern versehene kleine Laubsprosse, die nach dem Centrum des Hutes gerichtet waren.

V. Anomalien der Anordnung der Pflanzentheile.

Wir stellen hier diejenigen Mißbildungen zusammen, welche sich als eine Unregelmäßigkeit der gegenseitigen Anordnung der Theile darstellen. Freilich sind dieselben an und für sich keine Hypertrophien; aber sie treten vielfach im Gefolge derjenigen Hypertrophien auf, die im Vorhergehenden behandelt worden sind. Daher mögen sie hier eine Stelle finden. Viele solche Erscheinungen zeigen sich aber auch nicht in Begleitung von Mißbildungen hypertrophischen Charakters und ohne daß sich überhaupt eine Ursache auffinden läßt. Auch diese mögen hier erwähnt werden, da sie vorläufig an jedem anderen Orte noch minder berechtigte Stellung haben würden. Anomalien der Anordnung der einzelnen Organe ergeben sich 1. wenn die letzteren in regelwidriger Stellung am Mutterorgane angelegt werden (Stellungsänderungen), 2. wenn Pflanzentheile, welche normal getrennt sind, miteinander verwachsen (Verwachsungen), 3. wenn miteinander verwachsene Organe sich trennen (Trennungen).

Abnorme Stellung. Aenderung der Divergenz der Blätter.

1. Die abnormen Stellungsänderungen seitlicher Glieder am Mutterorgane sind theils Veränderungen ihres horizontalen Abstandes, also Aenderungen der Divergenz, theils Verschiebungen in der Längsrichtung. Die Divergenz ändert sich selbstverständlich bei allen Torsionen, welche die Stengel erleiden (s. pag. 237) und ist hier nicht in der Anlage der Organe begründet. Wol aber sind auf eine ursprüngliche regelwidrige Anlage der Organe diejenigen Stellungsänderungen zurückzuführen, welche nothwendig mit jeder Vermehrung der Gliederzahl eines Wirtels oder eines Spiralumlaufes verbunden sind. Wir haben oben die abnorme Vermehrung der Gliederzahl in den Blattquirlen und -cyclen in der Laubblattregion und in den Blüten behandelt und müssen auf das dort An-

---

[1]) Leitgeb, Ueber verzweigte Moossporogonien. In Mitth. naturwiss. Ver. f. Steiermark 1876.

[2]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 747.

geführte verweisen. Es wurde hervorgehoben, daß diese Vermehrungen seitlicher Glieder in besonders hohem Grade an den verbänderten Stengeln eintreten. Ueberall sind damit bedeutende Veränderungen der Divergenzen der Blätter, sowie der Seitensprossen, namentlich der Blüten an den Inflorescenzachsen verbunden.

Diese Stellungsänderungen lassen sich leicht begreifen, wenn wir auch hier Schwendener's mechanische Erklärung der Stellung seitlicher Organe anwenden; ja diese teratologischen Erscheinungen sind gerade besonders geeignet zu zeigen, wie hier keine genetisch begründete bestimmte Stellung die Anordnung der seitlichen Organe beherrscht, sondern wie, bei der vergrößerten Oberfläche des verbänderten Stengels und der gleichgebliebenen Querschnittsgröße der seitlichen Organe, nach dem Principe der möglichsten Raumausnutzung und des unmittelbaren Anschlusses jeder neuen Anlage an die nächst benachbarten nothwendig die Zahl der seitlichen Organe (resp. der Zeilen, die dieselben bilden) zunehmen muß. In dem Maße als der Stengelumfang vergrößert ist, ist die Zahl der Quirlglieder und bei spiraliger Stellung die der verticalen Reihen vermehrt. An fasciirten Wickeln von **Myosotis stricta** finde ich die beiden Reihen alternirender Blüten an den Rändern des Bandes; aber in dem freien Raume auf der Mitte desselben an der convexen Seite noch eine dritte Reihe von Blüten, während die andere Seite, welche in der Knospe eingerollt ist und daher für die Anlage seitlicher Glieder keinen Raum bietet, auch hier trotz ihrer Breite ohne Blüten ist.

Innerhalb der Blüten zeigen sich ebenfalls Stellungsänderungen, besonders im Gefolge anderer Mißbildungen und auf verschiedenen Vorgängen beruhend. So namentlich bei Orchideen, wo die abnorme Divergenz z. B. durch eine Torsion der Blütenachse oder durch Verwachsung zweier benachbarter Perigonblätter oder durch Fehlschlagen eines derselben (besonders der Lippe) und durch Zusammenrücken der benachbarten an die Stelle des fehlgeschlagenen herbeigeführt werden kann[1]).

Longitudinale Verrückungen seitlicher Organe.

Die longitudinalen Verrückungen der Blätter und seitlichen Sprosse an der Mutterachse betreffen theils Quirle, deren Glieder dadurch auseinander geschoben werden, theils spiralig geordnete Organe, in welchem Falle die Internodien länger oder kürzer als im normalen Zustande erscheinen oder auch soweit verkürzt bleiben, daß die Stellung einem Quirl ähnlich wird. Diese Erscheinungen kommen an vegetativen Achsen oft ohne sonstige Mißbildung vor, im stärksten Grade aber an verbänderten Stengeln, wo gewöhnlich die Distanzen der einzelnen aufeinander folgenden Blätter überaus ungleich sind (pag. 231). Auch abnorm starke Streckungen der Stengel und Zweige, sowie der Blütenachsen sind meist von solchen Verrückungen begleitet. Besonders auffallend an den Blüten sind die Erscheinungen, wo ein oder mehrere der untersten Kelch- oder Perigonblätter tief unter die Blüte herabgerückt, oder wo bei Durchwachsungen die Glieder cyclischer Formationen, z. B. die Carpelle, an der gestreckten Achse spiralig empor-

[1]) Masters, l. c. pag. 91—95.

gehoben sind (Fig. 49). Alle diese Erscheinungen sind zurückzuführen auf das abnorme Maaß der Streckung, welche die Achse an den betreffenden Punkten erlitten hat. Sehr mannigfaltige Verrückungen können die Samenknospen an den Placenten erleiden je nach der stärkeren Streckung, die in diesem oder jenem Theile bei Unterdrückung anderer Wachsthumsrichtungen stattfinden. So hat man bei Primula chinensis, in einer und derselben Kapsel wandständige und freie centrale Placenta und Uebergänge, Aehnliches auch bei anderen Pflanzen gefunden[1]).

Verwachsungen: 2. Die Verwachsungen. Von allen organischen Verschmelzungen normal getrennter Pflanzentheile sind hier nur die angeborenen, d. h. diejenigen, welche sich schon bei der Entstehung der Organe gebildet haben, zu berücksichtigen, während alle später durch Zufall eintretenden Verwachsuugen mit anderen Pflanzentheilen oder nicht pflanzlichen Körpern, wobei stets eine Verwundung vorausgeht, im Kapitel über die Folgen der Verwundungen behandelt sind (pag. 133). Die Entwickelungsgeschichte kennt nur wenig Fälle wahrer Verwachsungen junger Theile, welche isolirt angelegt waren; bei den meisten sogenannten Verwachsungen treten die Theile schon als ein vereinigtes Organ hervor oder sie erscheinen nur in der ersten Anlage isolirt, indem frühzeitig der zwischen ihnen befindliche Raum an dem Hervorwachsen Theil nimmt. Auch bei den meisten teratologischen Verwachsungen ist der letztere Vorgang der wahrscheinliche, wenigstens bei vielen derjenigen, wo die Organe von ihrer Basis an mehr oder weniger weit mit einander zusammenhängen. Dagegen sind diejenigen Fälle, bei denen Organe im oberen Theile vereinigt, im unteren organisch getrennt (nämlich nicht späterhin zerrissen) sind, aus einer bald nach der Entstehung eingetretenen wirklichen Verwachsung zu erklären. Beides kommt vor und zeigt sich besonders da, wo die Theile sehr nahe bei einander angelegt worden sind und zugleich einem gewissen Drucke in der Knospe ausgesetzt waren. So sind namentlich Hypertrophien, bei denen der Umfang oder die Zahl der Theile vergrößert ist, oft von Verwachsungen begleitet; doch werden dieselben auch als Bildungsfehler für sich allein gefunden. Wir unterscheiden nach den Organen:

zwischen Blättern. a) Verwachsungen der Blätter. Es kommt häufig vor, daß Lappen oder Theile gespaltener oder zusammengesetzter Blätter verwachsen sind, sowie daß zwei ganze benachbarte Laubblätter sich mehr oder weniger mit einander vereinigen. Aus den von Moquin-Tandon[2]) zusammengestellten Beobachtungen hierüber ist zu entnehmen, daß letzteres auf folgende Arten geschehen kann. Am häufigsten sind die Blätter an den Rändern vom Grunde an in der ganzen Länge oder unter Freibleiben

[1]) Masters, l. c. pag. 98.

[2]) l. c. pag. 235 ff. — Vergl. auch Masters, l. c. pag. 25—27, 33.

der oberen Theile vereinigt, seltener am Grunde gesondert und nur an den Spitzen verwachsen. Oder sie sind Fläche an Fläche auf einander gewachsen, entweder so, daß die untere Seite des einen mit der oberen Seite des anderen zusammenhängt (Agave), oder so, daß Stiele und Mittelrippen der Zwillingsblätter sich vereinigen, wobei sie bald mit ihren Unterseiten, bald mit ihren Oberseiten einander zugekehrt sind. Cotyledonen kommen ebenfalls mit ihren Stielen oder noch höher hinauf verwachsen vor[1]).

Auch in den Blüten verwachsen oft gleichartige Blätter in verschiedenem Grade miteinander; dies geschieht bald nur mit zwei benachbarten, bald mit allen, so daß eleutheropetale Blüten mehr oder weniger gamopetal werden können. Staubgefäße kommen häufig in allen Graden der Verwachsung der Filamente vor; auch können die Antheren allein, ohne die Fäden verwachsen. Auch unter den Stempeln, besonders da, wo ihre Zahl durch Umwandlung von Staubgefäßen abnorm vermehrt ist, können Verwachsungen stattfinden[2]).

Zwischen Blättern verschiedener Formationen, welche an der Achse übereinander stehen, ist seltener eine Verwachsung beobachtet worden, z. B. zwischen einem Blatt und dem trockenhäutigen Deckblatt von Narcissus poëticus, in Folge dessen der Schaft halb verkümmert war, ferner zwischen den Hüllblättchen und einigen Blüten einer Caucalis, sowie zwischen den verschiedenen Blättern der Blüte, von denen besonders Staubgefäße mit Blumenblättern leicht verwachsen[3]).

Endlich sehen wir auch zwischen einem Blatte und einer Achse, besonders dem Achselsproß desselben, Verwachsung eintreten. Dies geschieht entweder in der Weise, daß die gemeinsame Basis beider sich beträchtlich in die Länge streckt, so daß das Tragblatt am Zweige emporgehoben wird, gleichsam hinaufrückt, wie es bei gewissen Pflanzen normal stattfindet. Oder das Blatt wächst wirklich mit seiner Mittelrippe ein Stück weit an den Zweig an, so daß dieser geflügelt erscheint und das Blatt erst da, wo die Anwachsung aufhört, aus diesem zu entspringen scheint.

zwischen Blatt und Achse.

b) Verwachsungen der Achsen finden statt sowol zwischen Haupt- und Seitenachsen, als auch zwischen zwei benachbarten Seitenachsen, besonders wenn diese in abnormer Stellung sehr nahe beieinander angelegt sind. Es bilden sich dadurch mehr oder weniger bandförmige Vereinigungen,

zwischen Achsen.

[1]) An Ricinus und Acer beobachtet von Magnus, Sitzungsber. Bot. Ver. Prov. Brandenburg. 28. Juli 1876.

[2]) Vergl. bezüglich des Obigen Moquin-Tandon, l. c. pag. 238 ff. und Masters, l. c. pag. 27—29.

[3]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 241—242, und Masters, l .c. pag. 34, 35.

an denen aber gewöhnlich durch deutliche Furchen die Stellen der Zusammenwachsung angedeutet sind.

Bei den Verbänderungen (pag. 231) sind mehrere solcher Fälle genannt und dabei die anatomischen Verhältnisse hervorgehoben worden. Daselbst wurde auch mitgetheilt, daß die im oberen Theile verwachsenen Achsen weiter unten getrennt sein können. Gleiches ist auch an Spargelsprossen gesehen worden[1]). Weitere Fälle solcher Verwachsungen, besonders zwischen den Zweigen der Inflorescenzen von Compositen und zwischen Hyacinthenschäften sind bei Moquin-Tandon[2]) erwähnt.

zwischen Knospen.

c) Verwachsung der Knospen (Synophthie) findet bisweilen da statt, wo die Knospen dicht nebeneinander stehen. Die Verwachsung kann zwischen zweien oder mehreren Knospen zugleich stattfinden und ist unvollständig oder vollständig, d. h. bis auf die Vegetationspunkte sich erstreckend. Im ersteren Falle wachsen beide Knospen zu isolirten Sprossen aus, oder nur die eine, während die andere zurückbleibt; im zweiten Falle kann die Knospe auch zwei verwachsene Stengel erzeugen. Im Artikel von den verbänderten Stengeln ist der Reihen von Knospen auf der kammförmigen Spitze derselben gedacht worden, in welche die verbreiterte Terminalknospe allmählich sich auflöst und welche theilweis mehr oder weniger verwachsen zu sein scheinen.

zwischen Blüten.

d) Verwachsung der Blüten (Synanthie) findet meist zwischen je zwei, seltener zwischen mehr als zwei Blüten statt, welche nebeneinander an einer gemeinschaftlichen Achse sitzen oder auf Blütenstielen stehen, welche dann ebenfalls verwachsen sind oder auch getrennt bleiben können, während nur die Blüten sich vereinigt haben. Die Verwachsung kann entweder nur eine äußerliche sein, indem die Blüten nur mit ihren äußeren Hüllen zusammenhängen, oder sie ist vollständig. Im letzteren Falle schließen sich gewöhnlich die Blüten mit ihren homologen Theilen aneinander; indem die Blütenachsen verschmelzen, treten Kelch mit Kelch, Blumenkrone mit Blumenkrone, Andröceum mit Andröceum, Gynäceum mit Gynäceum in Verbindung, wobei die Pistille getrennt oder verwachsen sein können, so daß das Ganze im Allgemeinen wie eine Blüte, aber von größerem Umfange und vermehrter Zahl der Wirtelglieder erscheint. Indeß erreicht die Gliederzahl selten gerade das Doppelte der normalen Blüte, weil die Verwachsung an derjenigen Seite, wo sie erfolgt, immer eine Hemmung der Bildung, ein Fehlschlagen mit sich bringt. Ueberdies zeigen zwei mit einander verwachsende Blüten sehr häufig sich sehr ungleichmäßig, nämlich in der Zahl ihrer ausgebildeten Glieder ungleich. Auch treten oft noch andere Abweichungen hinzu. Es möchte daher nicht in jedem Falle sicher

---

[1]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 249.

[2]) l. c. pag. 250.

sein, ob man eine Doppelblüte oder eine einfache Blüte mit vermehrter Zahl der Wirtelglieder vor sich hat[1]).

zwischen Früchten.

e) Verwachsung der Früchte (Syncarpie). Hierüber liegen zahlreiche Beobachtungen vor, von denen die meisten erklärlicher Weise sich auf allerlei Obst beziehen[2]). Diese Verwachsungen rühren in vielen Fällen von Synanthien her, wenn sich die Pistille solcher Doppelblüten zu Früchten entwickelten. Für sie gelten daher dieselben Gesetze. Häufig handelt es sich um Verbindungen von zwei Früchten, bisweilen aber auch von mehreren (z. B. 9 Erdbeeren in einem Kelche). Die verwachsenen Früchte können einander gleich gebildet sein; häufiger ist die eine kleiner, mangelhafter entwickelt. Die Verwachsung kann wiederum in den verschiedensten Graden auftreten. Bald stehen die Früchte nur auf gemeinsamem Stiele und sind nur seitlich aneinander gewachsen, wodurch sie eine schiefe Richtung bekommen oder sich auch vollständig nach außen richten und mit ihren Grundflächen aneinander wachsen. Bald ist die Verschmelzung eine vollständigere, so daß das Ganze aussieht, wie eine einzige Frucht, die aber größer als gewöhnlich ist. Die Fächer oder Steine der Früchte, sowie oberständige Kelche können dabei noch getrennt bleiben oder hängen ebenfalls mit einander zusammen. Syncarpie kann aber auch herrühren von der späteren Vereinigung der Fruchtknoten nicht synanthischer Blüten, wenn die reifenden Früchte nahe beieinander stehen und bei der Zunahme ihres Umfanges sich drücken. Dabei können die Stiele der angewachsenen Früchte verkümmern und letztere werden dann durch die Frucht, mit der sie verwachsen sind, mit ernährt; man findet an ihrer Basis die Narben ihrer Stiele; so z. B. an Aepfeln und Kirschen beobachtet[3]). — Selten findet eine Verwachsung der Samen statt, so daß zwei mit ihren Schalen an einander gewachsen sind[4]). Wenn verwachsene Embryonen in einem Samen vorkommen, so rührt dies wol immer von einer Polyembryonie her. Bei Moquin-Tandon[5]) sind derartige Fälle zusammengestellt, doch mögen sich darunter auch welche befinden, wo keine Verwachsung zweier Embryonen sondern nur eine Vermehrung der Cotyledonen vorliegt. Gewöhnlich hängen die Achsen verbundener Keimlinge nur lose zusammen, so daß sie im Querschnitt die Figur einer 8 haben; Keimblätter und Knöspchen bleiben dabei gewöhnlich getrennt. Erscheinungen wie z. B. eine Daucus carota mit zwei Blattrosetten und zwei Wurzelspitzen, und

[1]) Beispiele siehe bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 250 ff.; Cramer, l. c. pag. 13, 16, 53, 56, 81, 94.; Masters, l. c. pag. 37—44.

[2]) Vergl. Moquin-Tandon, l. c. pag. 258 ff.; Masters, l. c. pag. 45—48.

[3]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 263.

[4]) Moquin-Tandon, l. c. pag. 265.

[5]) l. c. pag. 246—247.

einfachem oberen Wurzelstück sind wol als aus solchen Keimlingszwillingen hervorgegangen zu betrachten[1]).

bei Kryptogamen. Die Hüte von Pilzen, besonders von Hymenomyceten, kommen bisweilen, besonders wenn sie in großer Anzahl und dicht beisammen angelegt sind, verwachsen vor; je zwei können entweder mit ihrem Strunk oder mit den Oberseiten der Hüte an einander gewachsen sein.

Bei Laubmoosen findet man die oben (pag. 288) unter „Sprossung" erwähnten doppelten Kapseln oft mehr oder weniger verwachsen.

Trennungen. 3. Die Trennungen. Hierunter verstehen wir nur das Freiwerden solcher Organe, welche der Regel nach verwachsen sind, während diejenigen Erscheinungen, wo normal ganze und einfache Organe durch einen Bildungsfehler in irgend einer Form getheilt oder zerrissen auftreten, oben bei den Gestaltsveränderungen beschrieben sind. Die Trennungen kommen sehr häufig im Gefolge der rückschreitenden Metamorphose in den Blüten vor, besonders bei Füllungen und Chloranthien, bei denen sie oben schon berührt wurden. Sie bilden auch häufig den ersten Grad dieser Mißbildungen, indem sie sich oft in solchen Blüten zeigen, in denen die Metamorphose erst in geringerem Grade eingetreten ist, und nicht selten kommen sie auch in übrigens nicht mißgebildeten Blüten vor. Die meisten Trennungen beziehen sich auf im normalen Zustande verwachsene Blätter eines und desselben Quirles, was Masters Dialysis nennt. Besonders häufig sehen wir verwachsenblätterige Perigone, Kelche und Blumenkronen (Fig. 54) mehr oder weniger in ihre Blätter getrennt, wobei entweder sämmtliche Blätter frei werden oder nur an einer oder einigen Verwachsungsstellen Trennung, also nur eine einseitige Aufschlitzung, oder eine Absonderung eines oder einiger Blätter stattfindet[2]). Ebenso kommt Trennung des verwachsenblätterigen Andröceums vor bei sich füllenden Malven und

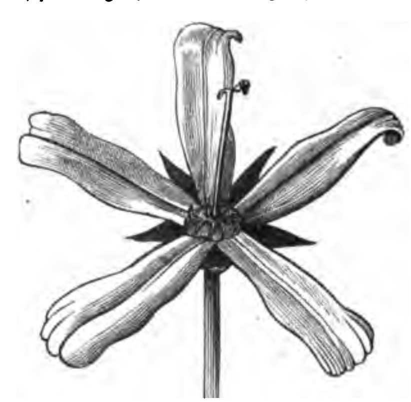


Fig. 54.
Trennung der Blumenkrone einer Glockenblume in 5 Blumenblätter. Nach Masters.

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 16. Nov. 1869 (cit. in Bot. Zeitg. 1869 pag. 875).

[2]) Beispiele bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 286—290. — Cramer, l. c. pag. 6, 55, 96, 97. — Masters, l. c. pag. 70—73.

bei beginnender Chloranthie der Papilionaceen[1]), ist auch bei Compositen[2]) beobachtet. Sehr häufig finden Trennungen der Carpelle bei rückschreitender Metamorphose statt, indem sich mehrblätterige Fruchtknoten in ihre Carpelle sondern, einblätterige Pistille, wenn sie normal verwachsen sind, sich trennen und ebenfalls mit ihren verwachsenen Rändern auseinanderweichen[3]).

Trennung zweier auf einander folgender Blattwirtel, welche normal verwachsen sind, was Masters als Ablösung (solutio) bezeichnet, kommt bisweilen bei solchen Gamopetalen vor, bei denen die Staubgefäße in der Blumenkrone inserirt sind; diese werden dann frei, z. B. bei Cobaea, Antirrhinum 2c. beobachtet[4]). Eine ähnliche, wenn auch nicht genau unter diesen Fall passende Erscheinung ist das Oberständigwerden normal unterständiger Fruchtknoten. Sie tritt ein, wenn die Erweiterung und becherförmige Ausgestaltung des Receptaculums der Blüte, welche den unterständigen Fruchtknoten bedingt, unterbleibt. Dies ist an Pomaceen, Umbelliferen, Campanulaceen 2c. beobachtet worden[5]).

VI. Verminderung der Zahl und Größe der Organe oder Fehlschlagen.

Hier sind nur diejenigen Fälle von Fehlschlagen zu erwähnen, welche in Begleitung von Hypertrophien auftreten. Es kommt oft vor, daß wenn gewisse Theile abnorm vergrößert oder vermehrt sind, dafür andere ihnen benachbarte Organe verkümmern. Ausgeschlossen sind daher hier selbstverständlich alle die zahlreichen normalen Fälle, in denen die Morphologie von Fehlschlagen redet, und von pathologischen Bildungshemmungen sowol diejenigen, welche auf der Ungunst des Klimas und der Witterung, wie beim Mißrathen der Blüten, der Früchte und der Samen beruhen, als auch die Reduction in der Zahl der Organe, welche beim Zwergwuchs (s. pag. 303) stattfindet.

Fehlschlagen und Atrophie.

Man muß zweierlei Bildungshemmungen unterscheiden: 1. das eigentliche Fehlschlagen (abortus), welches das vollständige Fehlen des ganzen Organes zur Folge hat, also in einem Unterbleiben sogar der ersten Anlage desselben besteht. Hiervon kann also nur da unzweifelhaft die Rede sein, wo es sich um das Fehlen eines Organes an einer Stelle handelt, an welcher dasselbe im normalen Zustand der Species stets vorhanden ist. 2. Atrophie, Verkümmern oder rudimentäre Bildung, wobei das Organ zwar angelegt, aber in einem mehr oder minder frühem

[1]) Cramer, l. c. pag. 98, 103.
[2]) Cramer, l. c, pag. 55.
[3]) Beispiele bei Moquin-Tandon, l. c. pag. 291 ff. — Masters, l. c. pag. 73—75.
[4]) Masters, l. c. pag. 82.
[5]) Masters, l. c. pag. 77—82.

Zustande nicht weiter ernährt und ausgebildet worden und daher in Form eines Rudimentes verblieben ist. Solche Rudimente erscheinen oft nur als kleine Schüppchen oder blattartige Läppchen, bei Staubgefäßen oft nur als kleine Spitzchen oder Fädchen, die Samenknospen als zellige Höcker oder Anhängsel. Selbstverständlich sind beide Erscheinungen durch eine scharfe Grenze nicht zu scheiden.

Die hierhergehörigen Erscheinungen von Abort und Atrophie sind so gut wie ausschließlich in den Blüten zu finden, und bei den verschiedenen Arten der Mißbildungen, in deren Begleitung sie auftreten, ist ihrer oben schon Erwähnuug gethan, so daß es hier genügt, daran zu erinnern, daß vorzugsweise bei Pelorien, Chloranthie, Blütenfüllung, bei Phyllodie und Pleotaxie der Deckblätter, bei verschiedenen Formen der Sprossung, bei Stellungsänderungen und bei Synanthien häufig ein Fehlschlagen irgend welcher Theile zu bemerken ist.

D. Folgen der Trockenheit des Bodens.

Verschiedene Folgen der Trockenheit.

Wasser ist für das Pflanzenleben unentbehrlich. Wenn daher der Gehalt des Bodens an Wasser andauernd unter einen gewissen Grad erniedrigt ist, so sind Störungen des Lebensprocesses oder krankhafte Erscheinungen die Folge. Der Grad Trockenheit und die Dauer derselben, wobei diese schädlichen Folgen hervortreten, sind je nach den Pflanzenarten und sogar je nach dem Entwickelungszustande der Pflanze verschieden. Dies hängt damit zusammen, daß die Wassermenge, welche eine Pflanze enthält, in erster Linie von dem Volum der Pflanze, insbesondere von der Massenentwickelung derjenigen Gewebe, welche das eigentliche Wasserreservoir des Pflanzenkörpers darstellen, abhängig ist und daß dieselbe nicht allein von der Wasserzufuhr aus dem Boden, sondern auch durch den Verlust an Wasser regulirt wird, den die Pflanze durch die Transpiration in einer bestimmten Zeit erleidet, deren Größe wiederum in hohem Grade abhängig ist von der specifischen Organisation der einzelnen Pflanzenarten.

Die krankhaften Folgen ungenügender Wasserzufuhr sind zweierlei Art, je nachdem die Entwickelung der Pflanze entweder unter günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen begonnen hat und darnach von einer Periode großen Wassermangels unterbrochen wird, oder schon von der Keimung an während ihrer ganzen Dauer bei starker, wenn auch nicht tödtlicher, Trockenheit verläuft. Der erste Fall hat ein Absterben gewisser Theile der bis dahin normal gebildeten Pflanze zur unmittelbaren Folge, im letzteren Falle dagegen setzen die Pflanze zwar ihre Entwickelung fort, aber in Zwergformen.

A. Tödtung durch Dürre.

Störung der Keimung.

1. Störung der Keimung. Ohne Anwesenheit tropfbar flüssigen Wassers keimen Samen nicht; das in Dampfform in der Luft enthaltene

Wasser genügt dazu nicht. Hat die Keimung einmal begonnen und ist bis zum Hervortreten der ersten Keimtheile fortgeschritten, so ist eine Austrocknung der Keimpflänzchen von schädlichem Einflusse auf die Organe derselben und auf den weiteren Fortgang des Keimprocesses. Die aus den Samen hervorgetretenen Wurzeln sterben dann ab, und wenn bereits die Plumula sich zu entwickeln begonnen hat, so vertrocknen auch die äußeren Blätter derselben. Ueberschreitet die Dürre eine gewisse Grenze und Dauer nicht, so findet bei erneuter Wasserzufuhr eine Wiedererweckung der Keimkraft statt. Bei Monocotyledonen bilden sich aus dem ersten Knoten, bei Dicotyledonen, welche durch das Austrocknen die Pfahlwurzeln verlieren, aus dem hypocotylen Gliede rasch neue Adventivwurzeln, und die jüngeren Blätter der Plumula entwickeln sich. Novaczek[1]) hat keimende Samen wiederholt bei 15—20° C. ausgetrocknet, nachdem jedesmal durch Wasserzufuhr der Keimungsproceß wieder begonnen hatte und neue Wurzeln gebildet waren, und hat dies mehrere Male wiederholen müssen, ehe an allen Versuchspflanzen die Entwickelungsfähigkeit aufhörte. Am widerstandsfähigsten gegen die Dürre zeigte sich die Keimung des Hafers, nächstdem Gerste, Weizen und Mais; eher starben Raps, Lein, Klee, Erbsen.

Diese Erscheinung kommt an den Saaten vor, wenn die Samen nicht genügend tief untergebracht sind oder gar oberflächlich liegen, besonders an denjenigen Körnern, die an der Oberfläche eines sehr unebenen Bodens zufällig in sehr ungünstig exponirter Lage sich befinden. Ist gerade zur Zeit, wo die Wurzeln aus den keimenden Samen hervortreten, andauernd trockenes Wetter, so muß unter solchen Umständen das Erwähnte eintreten. Ja dasselbe wird schon möglich sein, auch wenn der Boden im Allgemeinen genügend Feuchtigkeit enthält, sobald zu jener Zeit austrocknende Winde herrschen, welche die Oberfläche des Bodens dauernd wasserarm erhalten. Man vergleiche das oben (pag. 219) über die rationelle Tiefe der Unterbringung des Saatgutes Gesagte.

2. **Welken.** Wenn eine im Boden eingewurzelte Pflanze in einer gegebenen Zeit nicht so viel Wasser aus dem Boden aufzunehmen vermag, als sie in derselben Zeit durch Transpiration der außerhalb des Bodens befindlichen Theile Wasser in Dampfform verliert, so vermindert sich der Gehalt ihres Körpers an Wasser. Die Folge ist, daß die Zellen der saftreicheren Gewebe ihren Turgor verlieren und somit eine Erschlaffung des ganzen Pflanzentheiles eintritt, welcher als welker Zustand allgemein bekannt ist. Am auffallendsten wird diese Erschlaffung bemerklich an solchen Pflanzentheilen, deren meiste Zellen saftreichen Inhalt, dünne, zarte Membranen haben und zugleich stark transpiriren. Hier ist der Turgor der Zellen allein die Ursache der Straffheit der Blätter und Internodien. Pflanzentheile dagegen, welche aus überwiegend festeren und härteren Ge-

Welken. Das Wesen desselben.

[1]) Referirt in Biedermann's Centralbl. f. Agriculturchemie 1876, I. pag. 344.

weben, d. h. aus solchen mit stark verdickten Zellmembranen (also stark entwickelter Cuticula, kräftigem Hypoderma, vielen oder starken Fibrovasalsträngen) bestehen, zeigen auch bei großem Wasserverluste, doch keine so deutliche Erschlaffung, weil die Beschaffenheit der genannten Gewebe den Theilen ihre Steifheit bewahrt; ja solche Pflanzen können endlich vertrocknen, ohne daß dieses vorher durch eine eigentliche Welkheit der Blätter u. s. w. sich angekündigt hätte. Das Maaß der Senkung, die mit der Erschlaffung verbunden ist, wird offenbar auch beeinflußt von dem Gewicht des betreffenden Theiles, wie z. B. an großen Blättern, Blüten und Blütenständen. Bemerkenswerth ist dabei, daß langgestreckte Internodien gewöhnlich in einem unmittelbar unterhalb des oberen Endes gelegenen Stücke am stärksten erschlaffen und sich umneigen, wie es besonders wachsende vegetative Sprosse mit gegen- oder wirtelständiger Blattstellung, sowie die meisten langen Stiele von Blüten, Köpfchen 2c. zeigen. Es rührt dies daher, daß in solchen Internodien gewöhnlich in der bezeichneten Region das Wachsthum am längsten andauert und sich daher dort die Gewebe noch mehr in jenem eben erwähnten Zustande befinden, wo die Zellen dünnwandig und saftreich sind und also die Erschlaffung beim Welken am bemerkbarsten werden muß.

Verhinderung und Beseitigung des Welkens.

Da die Verarmung des Pflanzenkörpers an Wasser bedingt ist durch das relative Verhältniß der Transpiration und der Wasseraufnahme, so wirken alle äußeren Einflüsse, welche die Transpiration vermindern, dem Welken entgegen. So tritt in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft, weil in dieser die Transpiration auf ein Minimum herabgedrückt ist, kein Welken ein. Daher können erschlaffte Pflanzen wieder frisch werden, ohne daß dem Boden Wasser zugeführt wird, wenn der Gehalt der Luft an Wasserdampf zunimmt, also z. B. wenn man sie mit einer Glasglocke bedeckt oder in die feuchte Luft eines Gewächshauses stellt, zum Theil auch schon, wenn man sie mit Wasser bespritzt. So erklärt es sich auch, warum Freilandpflanzen, die am Tage wegen Bodentrockenheit welk geworden sind, während der Nacht wieder frisch werden. Dies ist einestheils die Folge des größeren Feuchtigkeitsgrades der Luft zur Nachtzeit, anderntheils des Umstandes, daß Einwirkung des Lichtes die Transpiration beschleunigt, Dunkelheit sie verlangsamt. Wenn also am Tage die Verdunstung größer ist, als die Wasseraufnahme, kann sich in der Nacht das Verhältniß umkehren.

Ungleiche Neigung der verschiedenen Pflanzen zum Welkwerden.

Die einzelnen Pflanzenarten verhalten sich einem und demselben Feuchtigkeitsgrade des Bodens und der Luft gegenüber sehr ungleich. Dies hat seinen Grund in der Verschiedenheit derjenigen Organisationsverhältnisse, von welchen die Aufsaugung des Wassers, der Wassergehalt und die Intensität der Verdunstung der Pflanze abhängen. Je schwächer

relativ das Wurzelsystem entwickelt ist, desto schneller wird bei lebhafter Transpiration unter sonst gleichen Umständen Welken eintreten müssen. Daher widerstehen Kräuter, die nur wenige, kurze, in der oberen Bodenschicht entwickelte Wurzeln besitzen, der Bodendürre weniger lange als solche, welche mit einem weit und tief im Boden sich erstreckenden System unterirdischer Organe ausgerüstet sind. Und Pflanzen, deren Wurzeln mechanisch beschädigt oder zerstört sind (Versetzen), oder durch irgend eine Erkrankung gelitten haben oder in Folge anderer ungünstiger physikalischer Einflüsse, z. B. wegen zu niederer Temperatur des Bodens functionslos sind, welken sogar schon bei günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens, woraus sich ergiebt, daß Welkwerden auch das Symptom vielerlei anderer schädlicher Einwirkungen sein kann, die an dieser Stelle nicht zu erörtern sind. Zweitens hält die Pflanze eine Bodendürre, die ihr weniger Wasser spendet als ihr Verdunstungsverlust in der gleichen Zeit beträgt, um so länger aus, einen je stärker entwickelten Holzkörper sie besitzt, weil dieser als der eigentliche Weg der Wasserströmung in der Pflanze zugleich ein Reservoir von Wasser abgiebt, welches am größten bei den mit einem mächtigen Holzcylinder versehenen Holzgewächsen ist, bei denen die Blätter längere Zeit ihren Verdunstungsverlust aus ihm ersetzen können. Darum sieht man, wenn die Kräuter vor Trockenheit zu welken beginnen, an den Sträuchern und Bäumen noch nichts davon, und es bedarf einer längeren Dürre, ehe das Laub dieser Pflanzen anfängt welk zu werden. Endlich drittens ist die Intensität der Verdunstung, d. h. die Wassermenge, welche von einem gleichen Flächenstücke eines Blattes, unter gleichen äußeren Bedingungen in gleichen Zeiten transpirirt wird, bei den einzelnen Pflanzenarten im höchsten Grade verschieden. Dies hat natürlich zur Folge, daß die verschiedenen Pflanzenarten einer und derselben Trockenheit sehr ungleich widerstehen. Pflanzen mit dünnen, weichen, kahlen Blättern transpiriren am rascheſten und welken daher am schnellsten. Schwächer ist die Transpiration derjenigen Pflanzen, welche immergrüne, feste, mit einer starken Cuticula überzogene Blätter besitzen, was überhaupt für alle Pflanzentheile gilt, welche mit einem für Wasser schwer permeablen Hautgewebe ausgestattet sind, wie alle mit Korkschicht, Periderm, Borke umhüllten Organe. Eine äußerst langsame Verdunstung haben alle Succulenten, wie die Cacteen und cactusförmigen Euphorbien, die Crassulaceen, Aloeen, Agaven &c., die daher auch unter allen Pflanzen der Dürre den größten Widerstand leisten, wodurch sie befähigt werden, auf dem trockenen sonnigen Felsboden der Hochebenen, und in der regenlosen Periode in den Steppen und Wüsten ihrer Heimath sich am Leben zu erhalten.

Folgen des Welkens.

Welke Pflanzentheile können wieder turgescent werden, wenn das

richtige Verhältniß zwischen Wasseraufsaugung und Transpiration wieder hergestellt wird. Dieser Erfolg ist jedoch nur möglich, wenn der Wasserverlust des Pflanzentheiles einen gewissen Grad nicht überschritten hat. War die Welkheit stärker, so wird der Theil nicht wieder frisch, auch wenn für reichliche Wasserzufuhr und für Verminderung der Verdunstung gesorgt ist. Solche Theile erschlaffen vielmehr unaufhaltsam weiter, sterben und trocknen allmählich ab. Je nach Umständen kann auf diese Weise entweder die ganze Pflanze zu Grunde gehen, oder sie verliert nur die stärkst gewelkten Theile, also die Mehrzahl der ausgebildeten Blätter, während die jüngeren, noch nicht völlig erwachsenen und entfalteten Blätter sich erholen. Diese Erscheinung kann zweierlei Gründe haben. Erstens lehrt die Physiologie, daß die Leitungsfähigkeit des Holzes für Wasser in der lebendigen Pflanze dadurch verloren geht, daß das Holz übermäßig austrocknet und die Leitung eine Zeit lang wirklich unterbrochen wird. Zweitens ist für lebendige Zellen ein Verlust ihres Wassers, der eine gewisse Grenze überschreitet, an sich tödtlich. Nur die Flechten und die meisten Moose können ohne zu sterben den größten Theil ihres Vegetationswassers eine Zeit lang verlieren. Wenn die Oberfläche des Gesteins, der Baumrinden und des Bodens, den diese Pflanzen bewohnen, austrocknet, so schrumpfen dieselben zusammen, werden dürr und spröde, aber leben dennoch wieder auf, sobald Feuchtigkeit eintritt.

Sommerdürre. Verscheinen des Getreides.

3. Sommerdürre. Verscheinen des Getreides. Wenn eine vollbelaubte Pflanze während der Sommerperiode von einer Trockenheit betroffen wird, die keinen unmittelbar verderblichen hohen Grad hat, jedoch lange anhält, so ist die Folge auch nicht die acute Form, bei welcher der Tod durch ein rapides Abwelken herbeigeführt wird, sondern es tritt eine chronische Krankheitsform ein, welche durch eigenthümliche Symptome charakterisirt ist, die wir beim bloßen Verwelken nicht beobachten. Man kann diese Krankheit passend als Sommerdürre, oder indem man sich des Ausdruckes bedient, unter welchem dieselbe dem Landwirth am Getreide bekannt ist, als Verscheinen der Pflanzen bezeichnen. Sie besteht allgemein darin, daß die Blätter, vom untersten des Stengels oder Sprosses beginnend, der Altersfolge nach eines nach dem andern total gelb werden, wobei bisweilen zugleich stellenweis braune Flecken sich bilden; zuletzt verlieren sie ebenso allmählich ihr Wasser und sind dann vollständig dürr und todt. Am einzelnen Blatte, besonders deutlich bei den Gräsern, beginnt die Verfärbung an der Spitze und schreitet allmählich bis zur Basis fort; man sieht also hier während des Auftretens der Krankheit Blätter, bei denen nur die Spitze, solche, bei denen ein größerer Theil der Blattfläche oder die ganze Blattfläche gelb geworden ist, sowie solche, wo die Gelbfärbung

auch bereits an der Scheide mehr oder weniger weit herabreicht, so zwar, daß die Krankheit an der Spitze des nächsten Blattes schon beginnt, wenn sie an den vorangehenden noch nicht bis zur Basis fortgeschritten ist. Der Erfolg für das Leben der ganzen Pflanze ist ein sehr verschiedener. Bei den Einjährigen, zumal beim Getreide, richtet sich das nach der Entwickelungsperiode, in welcher das Verscheinen eintritt. Wenn die Pflanze schon die Milchreife der Körner erreicht hat, so hindert das Absterben der Blätter die vollständige Ausreifung der Körner nicht mehr wesentlich, und die Ernte ist nicht gefährdet. Häufig kommt aber die Krankheit schon in einer früheren Periode, ungefähr zur Blütezeit. Wenn der Blütenstand eben erst hervortritt, ist oft schon kaum das oberste Blatt noch gesund, und die Pflanze ist bald ganz gelb, ähnlich wie bei der Reife. In dieser Zeit bedarf die Pflanze noch der Assimilationsorgane, der Verlust derselben hat das Unterbleiben der Körnerbildung zur Folge. Sogar vor der völligen Streckung des Halmes und dem Sichtbarwerden des Blütenstandes kann das Verscheinen schon den Halm tödten; es wächst dann manchmal noch ein seitlicher Bestockungstrieb auf, der aber auch bald von demselben Schicksal ereilt wird, wenn die trockene Witterung anhält. Perennirende Gräser verlieren, wiewohl erst bei stärkerer Dürre, unter den gleichen Erscheinungen ihre oberirdischen Sprosse; Grasplätze sehen dann verdorrt aus. Aber hier halten die perennirenden Theile lange lebensfähig aus; bei Eintritt von Feuchtigkeit bringen sie wieder grüne Triebe hervor. Für Holzgewächse ist der Verlust des Laubes durch Sommerdürre ebenfalls nicht tödtlich; Zweige und Knospen bleiben unbeschädigt, und bisweilen belauben sie sich und blühen theilweis schon im Herbst wieder, wenn die Witterung feuchter wird. Nur eine ungewöhnlich lange Dürre zieht auch für solche Pflanzen den Tod nach sich. Aber das vorzeitige Absterben des assimilirenden Laubkörpers hat jedenfalls eine mangelhaftere Holzbildung, nämlich einen vorzeitigen Abschluß des neuen Holzringes und außerdem wohl auch unvollständigere Bildung von Reservenährstoffen in Stamm und Zweigen zur Folge, abgesehen von dem Substanzverluste, der durch die in voller Vegetationsthätigkeit verloren gehenden Blätter bewirkt wird. — Daß Welken und Verscheinen durch Uebergänge mit einander verbunden sind, ergiebt sich aus den qualitativ gleichen Bedingungen beider Erscheinungen von selbst.

Ueber die Natur des Verscheinens und seinen Zusammenhang mit der Trockenheit des Bodens sind wir noch sehr ungenügend unterrichtet. Daß man die Krankheit mit der herbstlichen Entfärbung und Entleerung der Blätter verglich, hat Kraus[1]) bezüglich der Holzgewächse als einen Irrthum bezeichnet, indem er zeigte, daß die am Blattgrunde im Herbst sich bildende Trennungsschicht, welche den Blattfall vorbereitet, hier nicht gebildet wird, weshalb die durch

[1]) Bot. Zeitg. 1873. Nr. 26 u. 27.

Sommerdürre getödteten Baumblätter den ganzen Winter am Zweige hängen bleiben, ferner daß das Mesophyll zwar ebenso wie in den herbstlichen Blättern keine Spur von Stärkemehl, aber noch das anscheinend unverminderte Protoplasma in den Zellen enthält, theils zu braunen desorganisirten Klumpen zusammengeballt, theils zwar zusammengezogen, aber noch die Chlorophyllkörner und den Zellkern erkennbar enthaltend. In sommerdürren Blättern von Gerste und Hafer finde ich im Mesophyll ebenfalls keine Stärke, während dieselbe im gesunden grünen Blatte dort reichlich vorhanden ist; auch die Chlorophyllkörner sind verschwunden, an ihrer Stelle gelbe ölartige Kügelchen, bald große, bald kleine und dann molecular bewegliche vorhanden, welche durch Aether aufgelöst werden; außerdem enthalten die Zellen ihr nicht merklich vermindertes Protoplasma zu einem großen, meist runden, farblosen Körper contrahirt; in manchen Zellen scheint die gelbe ölartige Substanz in dem Protoplasmaklumpen gelöst zu sein, denn dieser sieht gelb aus und entfärbt sich durch Aether. Die oben erwähnten braunen Flecken der Getreideblätter beruhen auf einer Braunfärbung der Zellmembranen, namentlich der Außenwand der Epidermiszellen, welche auf einem gewissen Areal diese Farbe annimmt; besonders intensiv erscheinen dann gewöhnlich die Spaltöffnungszellen gebräunt. Von der Epidermis aus kann die Färbung auch mehr oder weniger tief ins innere Gewebe sich erstrecken, sowol auf die angrenzenden Zellen eines Fibrovasalstranges, als auch auf die des Mesophylls. Die Bräunung ist wol der vielfach an abgestorbenen Zellen zu beobachtende Beginn eines Humificationsprocesses. Pilze sind, wenigstens im Anfange der Verfärbung, nicht vorhanden; aber es erscheinen sehr bald, wie auf allen abgestorbenen an der Luft befindlichen vegetabilischen Theilen, besonders Grasresten, einzelne aufgeflogene und in Keimung begriffene Sporen von Cladosporium und Sporidesmium, aus denen sich manchmal späterhin, wenn der Tod des Blattes eingetreten ist, die bekannten schwarzbraunen fructificirenden Räschen dieser Pilze entwickeln, welche hiernach in keiner causalen Beziehung zur Krankheit stehen. Am Wurzelsystem ist nichts abnormes zu bemerken. Ueber die stofflichen Verhältnisse des sommerdürren Blattes liegt außer dem angegebenen mikroskopischen Befunde nur folgende Analyse Märker's vor, welche von Kraus (l. c.) mitgetheilt wird, und die Procente auf Trockensubstanz bezogen, von sommerdürren und herbstlichen Blättern eines und desselben Strauches von Syringa gegenüberstellt.

	Sommerdürre	Herbstliche Blätter.
Stickstoff	1,947	1,370
Phosphorsäure	0,522	0,373
Kali	2,998	3,831
Kalk	1,878	2,416
Mineralstoffe	8,028	9,636

Diese Zahlen zeigen, daß man die Sommerdürre nicht mit dem herbstlichen Laubfall vergleichen darf und daß dem Baume durch diese Krankheit fast doppelt soviel Stickstoff und Phosphorsäure als durch die herbstliche Entlaubung verloren geht. Dies wird dadurch erklärlich, daß beim Eintritt der Sommerdürre die Zellen des Mesophylls im Vollbesitze ihres Protoplasma vom Tode ereilt werden, während bekanntlich vor dem Laubfall im Herbste die Baustoffe des Protoplasma zum großen Theil wieder aus dem Blatte in die Zweige zurückwandern. Aber nicht berechtigt ist der Schluß, den Kraus weiter aus jenen Zahlen zieht, nämlich, „daß in den sommerdürren Blättern sowol das Kali als das Stärkemehl auswandern, ganz so, wie vor dem herbst-

lichen Blattfall." Das Fehlen des Stärkemehls im sommerdürren Blatte kann, aber muß nicht so erklärt werden, denn in einem kranken Blatte könnte die Stärke auch auf andere Weise, z. B. durch Desorganisation unter Mitwirkung der Athmung zerstört werden; übrigens findet überhaupt keine oder nur eine beschränkte Bildung von Stärkemehl durch Assimilation in solchen Blättern statt, die schon seit langer Zeit sich zu verfärben, also ihr Chlorophyll zu verlieren begonnen haben. Bezüglich des Kalis aber wäre jene Behauptung doch offenbar nur dann erwiesen, wenn man wüßte, daß in dem sommerdürren Blatte überhaupt jemals mehr Kali gewesen ist. Dafür fehlt jeder Beweis. Ich fasse vielmehr das Verscheinen als Symptom einer mangelhaften Ernährung, als Folgen eines Mindergehaltes an gewissen mineralischen Nährstoffen auf, was freilich erst durch vergleichende Aschenanalysen normaler Blätter derselben Pflanze vom gleichen Standort und in gleicher Entwickelungsperiode bewiesen werden müßte. Die obigen Zahlen sind, soweit sie sich überhaupt vergleichen lassen, mit dieser Auffassung im Einklang: die sommerkranken Blätter sind ärmer an Kali, Kalk und anderen mineralischen Nährstoffen, als die gesunden. Daß Phosphorsäure und Stickstoff in den sommerdürren Blättern in größerer Menge enthalten sind als in den Herbstblättern, kommt daher, daß diese Stoffe vor dem herbstlichen Laubfall aus den Blättern zurückwandern. Das beweist aber nicht, daß nicht auch von diesen Stoffen in den kranken Blättern weniger vorhanden ist als in den gesunden aus derselben Entwickelungsperiode. Ich halte eine ungenügende Zufuhr der mineralischen Nährstoffe für die nothwendige Folge mangelhafter Feuchtigkeit des Bodens. Nimmt man an, daß dabei der Feuchtigkeitsgrad der Luft und des Bodens nicht gerade in ein Verhältniß treten, welches zu einem rapiden Verwelkungstode führt, so wird die chronische Wasserarmuth eine mangelhafte Ernährung zur Folge haben. Man würde auf diese Weise die Veränderungen begreifen können, die sich als Symptome beim Verscheinen einstellen: nicht blos die Desorganisation gewisser organisirter Gebilde in den Zellen, sondern auch die oben beschriebene Succession, in welcher dieselbe an den Organen stattfindet. Es ist zu vermuthen, daß die Bodendürre diesen Erfolg an einer Pflanze um so eher hervorbringt, ein je schwächeres Wurzelsystem dieselbe im Verhältniß zur Größe des oberirdischen Körpers besitzt, mag dasselbe nun eine normale Eigenthümlichkeit der Species oder selbst wieder die Folge eines anderen schädlichen Einflusses sein. Hiermit hängt es vielleicht zusammen, daß Monocotyledonen und besonders Sommergetreide früher als alle anderen Pflanzen dem Verscheinen anheimfallen. Die Berücksichtigung, daß die angedeutete Combination sehr verschiedenartiger Momente die Krankheit zur Folge hat, wird auch den Schlüssel zu der Erscheinung liefern, daß dieselbe oft nur stellenweise in einem Acker sich zeigt.

B. Zwergwuchs oder Verzwergung (Nanismus).

Zwergwuchs. Ursache und Wesen desselben.

Wenn der Boden denjenigen Grad dauernder Trockenheit, welcher an einer normal erwachsenen Pflanze Verscheinen zur Folge haben würde, schon vor der Zeit der Keimung hat, so findet eine Entwickelung bis zur Samenreife und ohne die krankhaften Symptome des Verscheinens, aber in einer auffallend veränderten Form, nämlich unter bedeutender Reduction der Zahl und der Größe der einzelnen Organe statt: die Pflanzen erscheinen

als Zwerge. Das durch die spärliche Feuchtigkeit in die Pflanze beförderte geringe Quantum von Bodennährstoffen, welches die in normalen Größen entwickelten Organe nicht zu ernähren und zu erhalten vermag, reicht doch hin zur Produktion einer sehr geringen Menge pflanzlicher Substanz, also auch zur vollständigen Entwickelung einer Pflanze, welche von vornherein in äußerst reducirten Größenverhältnissen sämmtlicher Theile angelegt ist und somit nur zu einer äußerst geringen Massenentwickelung gelangt. Die Zwerge erscheinen daher, abgesehen von ihren Dimensionen, gesund und zu allen Lebensfunctionen fähig, sie durchlaufen alle Stadien der normalen Entwickelung, indem sie bis zur Bildung keimfähiger Samen gelangen.

Einfluß des Grades der Trockenheit.

Der Grad der Wasserarmuth beeinflußt das Maaß der Verzwergung; im Allgemeinen ist an einer und derselben Species unter sonst gleichen Verhältnissen die Reduction um so beträchtlicher, je geringer die Wasserzufuhr, je dürrer die Bodenstelle ist. Thatsächlich finden sich denn auch alle Größenstufen von der normalen Statur einer Pflanze bis zu den winzigsten Individuen.

Charakter der Formbildung.

Die Formbildung der auf dürrem Boden gekeimten Pflanzen geschieht im Allgemeinen in proportionalen Verkleinerungen der einzelnen Organe, so daß die Zwerge Miniaturformen der Species darstellen. Jedoch gilt dies Gesetz streng genommen nur für die oberirdischen vegetativen Organe; das Wurzelsystem einer Zwergpflanze ist zwar absolut kleiner, aber relativ weit größer als im normalen Zustande: wären die Wurzeln von proportionaler Größe mit den oberirdischen Organen, so würde kaum eine genügende Befestigung im Boden möglich sein; vielmehr macht es den Eindruck, als suchte die Zwergpflanze mit den Wurzeln annähernd tief in den Boden einzudringen wie die normale Pflanze und durch die relativ größere Wurzelentwickelung die geringe Wasserzufuhr, die der dürre Boden dem einzelnen Wurzelorgane spendet, einigermaßen auszugleichen. Ferner verkleinern sich die Blüten meist nicht in demselben Verhältniß; eher vermindert sich die Zahl derselben, als daß die einzelne Blüte unter ein gewisses Größenmaaß sänke, und es kommt dabei oft zur Reduction in der Zahl der Elemente einer Inflorescenz, durch welche der Gattungstypus ganz verwischt werden kann. Noch weniger proportional folgt der Samen in der Verkleinerung den übrigen Theilen nach, was bei den kleinsten Zwergen am meisten hervortritt; er verliert zwar auch merklich, aber mäßig an absoluter Größe, so daß sein relatives Verhältniß zu den übrigen Organen des Zwerges größer als normal ist. Ist die Frucht einsamig, wie die Körner der Gramineen, so gilt das eben Gesagte auch von ihr; ist sie typisch vielsamig, wie z. B. die Schötchen von Cruciferen, so verkleinert sie sich beträchtlicher und bildet weniger Samen. Jedoch

habe ich nie finden können, daß ein Zwerg nur einen einzigen Samen angelegt hätte; bei den kleinsten Formen, die ich antraf, waren wenigstens zwei Samen vorhanden, so daß es scheint, als sei das Gesetz der Multiplication der Keime durch nichts zu erschüttern.

Vorkommen von Zwergen.

Hiernach gewinnt der Zwergwuchs, wiewol ein pathologischer Vorgang, die Bedeutung eines natürlichen Correctives für Ernährungsanomalien oder einer Anpassungserscheinung an die Beschaffenheit des Mediums. Die hierhergehörigen Fälle von Zwergwuchs sind durch ihr Vorkommen auf trockenem Boden charakterisirt. Im Freien findet man Zwerge besonders auf exponirten Bodenstellen, wo die Feuchtigkeit schnell abläuft und durch die Luft verzehrt wird und wo keine Vegetationsdecke von Kräutern, Gräsern, Moosen u. dergl. die Bodenoberfläche feucht erhält, daher namentlich auf Wegen, auf kahlen wüsten Plätzen u. dergl. Auf leicht trocknenden Böden, wie auf Sand und Kies kommt die Erscheinung häufiger als auf anderen Bodenarten vor. Aber man trifft sie selbst auf schwerem lehmigen Boden, wenn derselbe an der Oberfläche leicht und rasch abtrocknet, wobei er im Innern noch reichlich feucht sein kann; dies ist besonders an Pflanzenarten mit kurzen, in der trockneren Bodenschicht befindlichen Wurzeln der Fall. Auch kann man künstliche Zwerge erziehen, wenn man die erforderliche Bodenbeschaffenheit herstellt. Manche der Formen, welche in der beschreibenden Botanik die Bezeichnung nanus, pumilus, minimus ꝛc. führen, sind Zwerge in dem hier bezeichneten Sinne. Aber auszuschließen sind die niedrigeren Pflanzenformen, welche das Hochgebirge und die arktische Zone erzeugt, da diese nichts Pathologisches an sich tragen und nichts mit jenen gemein haben. Daß man durch Wegschneiden der Cotyledonen und sogar schon durch Auswahl der kleinsten Samen kleinere Pflanzen erhalten kann, ist schon an anderer Stelle (pag. 28.) erwähnt worden; mit der hierhergehörigen Verzwergung hat jene Erscheinung insofern Aehnlichkeit, als bei ihr die Verminderung der für die junge Pflanze bestimmten Reservenährstoffe die Ursache der geringen Größenentwickelung ist. Wir werden unten auch Mangel an Nährstoffen als Ursache von Zwergbildung kennen lernen. Daß die künstlich durch Stecklinge und geeignete Verstümmelung erzielten sogenannten Zwergbäumchen nichts mit den hier bezeichneten Erscheinungen gemein haben, braucht nur angedeutet zu werden.

Erzeugung von Zwergwuchs durch Culturversuche.

Daß constante Bodendürre zwerghafte Pflanzenformen erzeugt, ist als eine der gewöhnlichsten Erscheinungen eigentlich allgemein anerkannt. „Plantae omnes in terra sterili, exsucca, arida, minores“ lehrte schon Linné. Den exacten Beweis dafür lieferte Sorauer[1]) durch vergleichende Cultur von Gerstenpflanzen, welche alle in einem Boden von gleichen Nährstoffmengen sowie unter gleichen übrigen Verhältnissen zur Keimung und Entwickelung kamen und nur durch das dem Boden zugeführte Quantum destillirten Wassers sich unterschieden. Die mit der Verminderung der Wasserzufuhr abnehmende Größe der Pflanzen zeigt sich besonders in den angegebenen Dimensionen der Blattfläche. Wo der Boden 60% seiner wasserhaltenden Kraft an Bodenfeuchtigkeit erhielt, wurde die Blattfläche in Mittel 182,2 Mm. lang und 9,4 Mm. breit, bei 40% Wasser im Mittel 166,27 lang und 9,1 breit, bei 20% Wasser 138,7 lang und 6,87 breit, endlich bei nur 10% Feuchtigkeit 93,7 lang und 5,6 breit.

[1]) Bot. Zeitg. 1873, Nr. 10.

Belege für das Gesetz der Verkleinerung der Organe.

Das morphologische Gesetz der Verkleinerung beim Zwergwuchs wurde von Moquin-Tandon[1]) nicht genau zutreffend als eine gleichmäßige Verkleinerung sämmtlicher Theile eines Gewächses bezeichnet. Was ich oben in dieser Beziehung gesagt habe, davon mögen die folgenden Zahlen ein Bild geben.

I. Panicum sanguineum.

	Zwergpflanze.		Normale Pflanze.
Gesammtwurzellänge	46,5 Mm.		2550 Mm.
Zahl der Stengel	1		13
Länge des Stengels (incl. Inflorescenz)	11 "		400 "
		Gesammtlänge der Stengel und Inflorescenzäste	3600 "
Dicke des Stengels	0,7 "		1 "
Zahl der Blätter	6	Zahl der Blätter des Haupthalmes	6
		Ungefähre Gesammtblätterzahl	60
Länge des größten Blattes	10 Mm.		125 Mm.
" der Blattfläche desselben	8 "		46 "
Breite der Blattfläche desselben	0,7 "		4 "
Ungefähre Gesammtfläche der Blätter in Quadrat-Millim.	42		1500
Zahl der Aehrchen	3	Zahl der Aehrchen an den dreifingerig gestellten Aehren am größten Halme	100
Länge eines Aehrchens	2,3 Mm.		2,3 Mm.

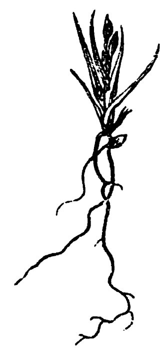


Fig. 55.
Zwerg von Panicum sanguineum, mit den vollständigen Wurzeln. Schwach vergrößert.

Die enorme Verkleinerung der oberirdischen vegetativen Organe bei gleich bleibender Größe der Aehrchen ist auch aus Figur 55 ersichtlich, desgleichen die relative Größe des Wurzelsystems. Die letztere springt noch mehr in die Augen, wenn man den Quotient der Wurzellänge durch die Stengellänge nimmt, welcher bei den Zwergen 5, bei der normalen Pflanze 0,7 beträgt, oder den Quotient aus der Wurzellänge durch den ungefähren Gesammtflächenraum aller Blätter (Länge mal Breite), welcher bei den Zwergen zu 1,1, bei der normalen Pflanze zu 0,17 sich berechnet, wonach also die Wurzellänge im Verhältniß zu den Stengeln und Blättern bei den Zwergen ungefähr 7 Mal größer ist.

[1]) l. c. pag. 74.

II. Draba verna.

	Zwergpflanze.		Normale Pflanze.	
Wurzellänge (Hauptwurzel und Seitenwurzeln 1. und 2. Ordnung)	60	Mm.	1133	Mm.
Zahl der Stengel	1		5	
Länge des Stengels	7	"	54	"
Gesammtlänge d. Stengel und Traubenäste			200	"
Dicke des Stengels	0,15	"	0,30	"
Zahl der Blätter	7		39	
Länge eines Blattes	1,5	"	10	"
Breite " "	0,4	"	4	"
Ungefähre Gesammtfläche der Blätter in Quadrat-Millim.	4,20		800	
Zahl der Blüten	1		33	
Größe "	1	"	2	"
Länge des Schötchens	1	"	7	"
Zahl d. Samen im Schötchen	5		63	
Größe der Samen	0,4	"	0,4	"

Die beistehende Fig. 56, welche eine Zwerg-Draba im blühenden und fruchttragenden Zustand darstellt, illustrirt die vorstehenden Zahlenangaben und zeigt anschaulich die relativ enorme Wurzelentwickelung. Es sei bemerkt, daß die obigen Zahlen der Wurzellängen nach sorgfältigster Freipräparirung des gesammten Wurzelsystems gewonnen sind. Der Quotient der Wurzellänge durch die Stengellänge beträgt bei den Zwergen 8,6, bei einer normalen Pflanze 5,7; derjenige der Wurzellänge durch die Gesammtfläche der Blätter aber 14,3 bei jenen, nur 1,4 bei diesen; d. h. eine Zwergpflanze hat im Verhältniß zum Blattapparat ein 10Mal größeres Wurzelsystem als die normale Pflanze.

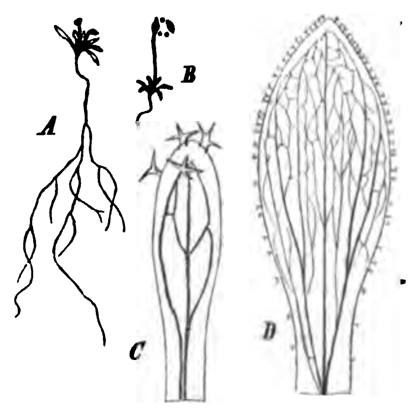


Fig. 56.

Zwerge von Draba verna. A blühende Pflanze mit dem vollständigen Wurzelsystem, einem einblütigen Stengel und einigen Wurzelblättern. Wenig vergrößert. B fruchttragende Pflanze, mit einem aufgesprungenen mehrsamigen Schötchen. Wenig vergrößert. C Blatt eines Zwerges mit wenigen Haaren an der Spitze und den vollständigen Fibrovasalsträngen. Vergrößert. D Blatt einer normalen Pflanze, mit zahlreichen Haaren und mit dem vollständig gezeichneten System der Nerven. Schwach vergrößert.

Die gestaltlichen Veränderungen der Zwerge erstrecken sich bisweilen noch weiter als auf Größenreduction: der morphologische Typus kann sich ändern. Im Vorangehenden schon erwähnt ist der Ersatz einer Traube durch

eine Einzelblüte bei **Draba**, die Reduction der Fingerähre auf eine dreiblütige Aehre bei **Panicum sanguineum**. Die kleinsten Zwerge von **Bromus mollis** haben statt der Rispe mit vielblütigen Aehrchen ein einziges terminales, zweiblütiges Aehrchen. Die Aehre von **Plantago major** kommt bis auf 3 Blüten reducirt vor. Wo jedoch der wesentliche morphologische Charakter einer Inflorescenz nothwendig auf dem Aufbau aus einer Vielzahl von Blüten beruht, scheint die Zahl derselben über die hierdurch vorgeschriebene Grenze nicht reducirbar zu sein. So zähle ich an Zwergen von **Matricaria Chamomilla** mit einem einfachen, 43 Mm. langen, 0,25 Mm. dicken Stengel in dem einzigen terminalen Köpfchen, dessen Receptaculum nur etwa 1,5 Mm. im Durchmesser hat, doch 5 Strahl- und ungefähr 6 Scheibenblüten. Auch die Blattform kann sich bemerklich ändern; so kommen zwergige **Capsella bursa pastoris** und **Teesdalia nudicaulis** statt mit gefiederten, mit einfachen, ganzrandigen Blättern vor. Bemerkenswerth ist das Verhalten der Trichome. Bei **Draba verna** sind die Blätter der Zwerge nur mit wenigen Haaren in der Nähe der Spitze versehen, oft auch ganz kahl, während im normalen Zustande das ganze Blatt mit Haaren besetzt ist, wenn auch an der Basis spärlicher. Die Haare der Zwergblätter sind verhältnißmäßig sehr groß (vergl. Fig. 56). Die Länge eines der sternförmigen Haare von der Basis desselben bis zur Spitze eines Sternstrahles beträgt an Blättern normaler Pflanzen durchschnittlich 0,3 Mm. an denen der kleinsten Zwerge 0,18 Mm. Während also die Blätter ungefähr 7 mal kürzer und 10 mal schmäler, oder an Flächenraum 70 mal kleiner sind, werden die Haare bei den Zwergen noch nicht um das Zweifache der Größe reducirt.

Anatomischer Bau der Zwerge.

Hinsichtlich der Elementarorgane der Zwerge ist der wichtigste Satz, daß die Verkleinerung derselben nicht entfernt in demjenigen Verhältniß geschieht, welches der Reduction der ganzen Organe entsprechen würde; sie erscheinen wenn nicht ganz in der normalen Größe, so doch nur unbedeutend kleiner; mit anderen Worten: die Kleinheit der Organe kommt vorwiegend auf Rechnung der geringen Anzahl der Zellen. Sorauer[1]) hat es schon ausgesprochen, daß die größeren Dimensionen der Blätter der Gerste bei stärkerer Wasserzufuhr theilweis durch Vermehrung der Zellen, theilweis durch größere Ausdehnung derselben bedingt werden, daß mit der Breite des Blattes die Zahl der Fibrovasalbündel desselben wächst, (vergl. Fig. 56 C u. D), ferner fand er die Epidermiszellen bei 10% Wasser am kürzesten, bei 60% am längsten, das Gleiche hinsichtlich der Spaltöffnungen, welche in 1/400 Mm. ausgedrückt bei 10% Wasser 16,2, bei 20% 16,9, bei 40% 18 und bei 60% 19,3 lang waren; dagegen die Zahl der Spaltöffnungen auf auf einer bestimmten Fläche um so geringer, je mehr Wasser die Pflanze erhielt (weil durch die größeren Epidermiszellen die Spaltöffnungen weiter von einander gerückt werden). Um das oben Gesagte anschaulicher zu machen, mögen hier die kleinsten Zwerge (s. oben) den normalen Pflanzen hinsichtlich der anatomischen Verhältnisse gegenüber gestellt werden. Die Zahlen sind auf Mittelwerthe aus einer Anzahl Messungen berechnet.

---

[1]) l. c. pag. 153.

I. Panicum sanguineum.

A. Blattfläche

eines mittleren Halmblattes. Messungen aus der unteren Hälfte der Blattfläche.

	Zwerg (Blattfläche 7 Mm. lang).	Normale Pflanze (Blattfläche 46 Mm. lang).
Länge der Epidermiszellen	0,10 Mm.	0,12 Mm.
Breite „ „	0,020 „	0,022 „
Länge der Spaltöffnung	0,022 „	0,029 „
Zahl der Spaltöffnungen in einer Reihe im Gesichtsfeld	4,6	4,1
Zahl der Nerven	28	75
Durchmesser der chlorophyllhaltigen Mesophyllzellen	0,016 „	0,018 „

B. Halm

zwischen dem obersten Blatte und der Inflorescenz.

	Zwerg (Halm 13 Mm. lang).	Normale Pflanze (Halm 400 Mm. lang).
Zahl der Fibrovasalstränge	6	26
Zahl der Zellen im Querdurchmesser des Markes	12	20
Durchmesser der größten Markzellen .	0,027 Mm.	0,038 Mm.
Länge der größten Markzellen . . .	0,081 „	0,114 „

II. Draba verna.

A. Blatt,

in der Mitte auf der Unterseite[1]).

	Zwerg (Blatt 2 Mm. lang).	Normale Pflanze (Blatt 12 Mm. lang).
Länge der Epidermiszellen	0,033 Mm.	0,117 Mm.
„ „ Spaltöffnungen	0,018 „	0,027 „
Zahl d. Spaltöffnung. auf 0,01 Quadrat-Millim.	8	1,3

B. Stengel, in der Mitte.

	Zwerg (Stengel 12 Mm. lang).	Normale Pflanze (Stengel 54 Mm. lang).
Länge der Epidermiszellen	0,154 Mm.	0,237 Mm.
Breite „ „	0,009 „	0,009 „
Zahl der Fibrovasalstränge	3	6
Zahl d. Zellen im radialen Durchmesser der Rinde	3—4	4—5
dd des Holzringes	2	4
Durchmesser der Holzzellen	0,009 „	0,009 „

[1]) Die Verhältnisse der Nervatur siehe in Fig. 56.

E. Folgen ungeeigneter Mengenverhältnisse der Pflanzennährstoffe des Bodens.

Ungeeignete Mengenverhältnisse der Nährstoffe im Boden.

Unter den vielen Einflüssen, in welche wir den Erdboden und die irdischen Gewässer, in denen Pflanzen vegetiren, hinsichtlich ihrer Beziehungen zur Pflanzenwelt zerlegen müssen, haben diejenigen eine hervorragende Bedeutung, welche ausgehen von der chemischen Natur der festen Bestandtheile, aus welchen der Vegetationsboden zusammengesetzt ist oder welche in den tellurischen Gewässern aufgelöst sind. Wenn wir absehen von solchen ausnahmsweise vorhandenen Stoffen, welche eine unmittelbar schädliche, giftige Wirkung auf die Pflanzen ausüben (s. unten), so haben wir es hier mit einer Reihe wichtiger Pflanzennährstoffe zu thun, von deren Vorhandensein oder Fehlen Gesundheit und Krankheit der Pflanzen abhängen kann. Denn die Pflanze bedarf nothwendig zu ihrer Ernährung, d. h. zur Vermehrung ihres Gewichtes an vegetabilischer Substanz, einer Reihe von Stoffen, welche sie nur im Erdboden oder dessen Gewässern findet; und wo diese Stoffe oder auch nur einzelne derselben fehlen oder in ungenügender Menge vorhanden sind, da wird die Entwickelung der Pflanze gehemmt. Aber nicht bloß die Unentbehrlichkeit für die Ernährung ist es, welche diesen Stoffen einen Einfluß auf die Pflanze verleiht, sondern es sind auch noch andere Beziehungen bekannt, in denen das Pflanzenleben von diesen Nährstoffen abhängig ist, so besonders der Concentrationsgrad der der Pflanze dargebotenen Auflösung derselben.

I. Krankheiten in Folge des Mangels der Nährstoffe.

Folgen des Mangels der Nährstoffe. Echte und unechte Nährstoffe.

Betrachten wir zunächst die im Boden und in den Bodengewässern vorhandenen Nährstoffe nach dem Nahrungsbedürfniß der Pflanze, so können wir für jeden derselben die Krankheit oder die Störung in der Entwickelung der Pflanzen angeben, welche durch das Fehlen derselben hervorgerufen wird. Die Pflanzenchemie und Pflanzenphysiologie haben gelehrt, daß diejenigen Elemente der Pflanzenasche, welche Bestandtheile einer jeden Zelle sind, und ohne welche eine solche überhaupt nicht denkbar ist, auch zur Ernährung unentbehrlich sind, daß wiederum andere Elemente zwar nur zur Bildung bestimmter, nicht in jeder Zelle vorhandener Bestandtheile oder zu bestimmten Lebensprocessen dienen, die nicht unter allen Umständen nothwendig, aber für die Gesammtentwickelung der meisten Pflanzen nicht entbehrt werden können. Von allen diesen, welche man als die echten oder nothwendigen Nährstoffe bezeichnet, müssen einige Elementarstoffe unterschieden werden, welche sich zwar auch mehr oder minder verbreitet in den Pflanzenaschen finden, von denen aber

experimentell erwiesen ist, daß sie für die normale Entwickelung und Function der Pflanze unnöthig sind, indem es möglich ist, auch bei vollständigem Ausschluß dieser Elemente aus der Nahrung, die Pflanze ohne irgend eine krankhafte Erscheinung zur Entwickelung zu bringen. Jene unentbehrlichen elementaren Nährstoffe sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen; zu den entbehrlichen, also unechten Nährstoffen gehören Silicium, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Bor, Natrium, Lithium, Rubidium, Titan, Aluminium, Strontium, Barium, Mangan, Kupfer, Zink, Arsen.

Die Mehrzahl der hier als entbehrlich bezeichneten Elemente ist nur in einzelnen Fällen oder nur bei gewissen Pflanzen in der Asche gefunden worden und in sehr geringen Mengen, und von diesen sind sogar mehrere in einigermaßen größerer Quantität für die Pflanzen Gifte (s. diese). Aber für einige andere bedarf es hier noch einer Bemerkung. Die weite Verbreitung und die oft nicht unbedeutende Menge, in welcher das Chlor in Form von Chloriden in den Pflanzenaschen vorkommt, drängt zu dem Zweifel, ob dasselbe für die Pflanze ganz bedeutungslos ist. Dennoch haben viele Culturversuche gezeigt, daß Pflanzen bei Ausschluß des Chlors aus der Nährstofflösung zu völlig normaler Entwickelung gelangen. Dem entgegen hat jedoch Nobbe[1]) die Unentbehrlichkeit dieses Elementes für die Fruchtbildung der Buchweizenpflanze behauptet; er sah bei Anwendung von Nährstofflösungen, denen kein Chlorid zugesetzt war, die Blüten fehlschlagen und keine Fruchtbildung eintreten; zugleich waren aber die Blätter der mit Ausschluß von Chlor erzogenen Buchweizenpflanzen so strotzend voll Stärkemehlkörner, daß durch Jodlösung die Gewebestücke für das bloße Auge leicht wahrnehmbar tiefblau gefärbt werden konnten, während im normalen Zustande die Blätter durch Jod nur gelblich werden, weil die gebildete Stärke aus den Blättern auswandert. Nobbe schließt daraus, daß das Chlor in nicht näher bekannter Weise zur Translocation des Stärkemehls nothwendig sei, letzteres sich also bei Mangel an Chlor in den Blättern anhäufe und das Fehlschlagen der Blüten eine Folge der ungenügenden Zufuhr assimilirten Materials aus den Blättern sei. Im Widerspruch damit hat Knop[2]) in absolut chlorfreien Lösungen Buchweizen cultivirt und von zwei Pflanzen zusammen 23 reife Samen erhalten, welche gleichfalls völlig chlorfrei waren; ein Vertrocknen der Blüten vor der Befruchtung beobachtete er häufig bei diesen Wasserculturen sowol bei Anwesenheit wie bei Abwesenheit von Chlor. Desgleichen haben Brasch und Rabe[3]) bei Wasserculturen ohne Zufuhr von Chlor schottischen Buchweizen gedeihen und Früchte zur Reife bringen sehen, auch die von Nobbe beobachteten Krankheitserscheinungen nicht bemerken können, wenn das Kalium statt als Chlorkalium als schwefelsaures oder phosphorsaures Salz gegeben wurde. Weiter sah Knop[4]) Mais in chlorfreien, Bohnenpflanzen dagegen in mit Chlorkalium versetzten Lösungen am besten gedeihen, jedoch in den physiologischen Wirkungen keinen besonderen Vorzug der chlorhaltigen Lösungen

---

[1]) Landw. Versuchsst. 1865, pag. 379 ff.

[2]) Ber. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 6. Febr. 1869.

[3]) Citirt in Just, Bot. Jahresber. f. 1876, pag. 889.

[4]) Ber. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1875, pag. 29 ff.

vor den chlorfreien; wol aber constatirte er, daß das Chlor eine starke Depression auf die Kalkaufnahme ausübt, ohne daß der Kalk dabei durch Kali ersetzt wird, folgedessen eine Steigerung der Acidität der aufgenommenen phosphorsauren Salze stattfindet, worin Knop den Grund der Förderung der Fruchtbildung bei Ernährung mit chlorhaltigen Lösungen vermuthet. Jedenfalls ist nach dem Vorstehenden auch für den Buchweizen die Anwesenheit eines Chlormetalls unter den Nährstoffen nicht erforderlich. Daß aber unter gewissen Umständen das Chlor für eine Pflanze nützlich sein könnte, ist damit nicht ausgeschlossen. Besonders wären einer Prüfung bedürftig die für die Salzflora charakteristischen Arten, welche in ihrem Vorkommen streng auf kochsalzhaltigen Boden beschränkt sind. Knop's[1]) Vegetationsversuche mit **Psamma arenaria** in chlorfreien Lösungen können für diese Frage nur entfernt in Betracht kommen, da diese Graminee keine eigentliche Salzpflanze ist. Andererseits scheint für manche Pflanzen ein einigermaßen größerer Gehalt des Bodens an Chlornatrium nachtheilig zu sein. So behauptet man, daß **Equisetum arvense** nach Düngung mit Kochsalz verschwindet, und vermuthlich werden auch viele andere Pflanzen auf einem mit Kochsalz ziemlich gesättigten Boden, der allerdings für Salinenpflanzen unschädlich ist, nicht gedeihen. Namentlich hat man aber das Chlorcalcium und Chlormagnesium in irgend größeren Mengen im Boden oder in Nährstofflösungen für die Pflanzen schädlich gefunden. Auch in anderen Beziehungen machen sich Einflüsse der Chloride auf die Pflanzen geltend. Bei Rüben und Kartoffeln wird durch chlorhaltige Düngungen zwar der quantitative Ertrag vermehrt, aber gleichzeitig die Qualität desselben herabgesetzt, indem die Rüben an Zucker, die Kartoffeln an Stärke, also überhaupt die Reservestoffbehälter an Kohlehydraten ärmer werden[2]). Beim Tabak hat man die Erfahrung gemacht, daß wenn er in einem an Chloriden reichen Boden wächst, die Erträgnisse zwar auch gesteigert werden, die Blätter aber einen hohen Grad von Unverbrennlichkeit in Folge des höheren Gehaltes an Chlorverbindungen annehmen[3]).

Auch das Silicium kommt in den Pflanzenaschen sehr verbreitet und bei manchen Pflanzen in so großer Menge vor, daß man dieselben als Kieselpflanzen bezeichnet hat, indem man meinte, daß sie zu ihrem Gedeihen vorwiegend Kieselsäure im Boden beanspruchen. Von einigen dieser Kieselpflanzen, nämlich von den Gramineen, ist es nun aber erwiesen, daß sie es auch bei Ausschluß aller Kieselsäure zu völlig normaler Ausbildung bringen. So gelang es Sachs[4]) Maispflanzen und Knop[5]) ebenfalls Mais, Weizen, Hafer und Gerste in siliciumfreien Nährstofflösungen zu vollständiger Entwickelung zu bringen, wobei dieselben nur Spuren von Kieselsäure in der Asche enthielten. Man hat trotzdem das Silicium wenigstens für einen der Pflanze zu gewissen Zwecken nützlichen Stoff betrachten wollen. Die Meinung, daß es die Festigkeit der Getreidehalme bedinge und sein Mangel das Lagern des Getreides verursache, wurde oben (pag. 170) als irrthümlich bezeichnet. Die Vermuthung aber, daß kieselhaltige Zellhäute schwieriger durchdringbar seien für Mycelium-

[1]) Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. 6. Febr. 1869, pag. 19 des Separatabzuges.

[2]) Literatur siehe bei Mayer, Agrikulturchemie, 2. Aufl. I. pag. 255.

[3]) Siehe Mayer, l. c. pag. 256—257.

[4]) Experimentalphysiologie der Pfl. pag. 151.

[5]) Kreislauf des Stoffes I. pag. 221.

fäden, und die Kieselsäure daher einen Schutz gegen das Befallen durch parasitische Pilze gewähre, ist durch nichts erwiesen; auch findet das Eindringen der Keimschläuche der Schmarotzerpilze gewöhnlich an jugendlichen Pflanzentheilen, wo die Zellhäute noch nicht verkieselt sind, statt, und übrigens dringen sie vielfach nicht durch die Epidermiszellen, sondern durch die Spaltöffnungen in die Pflanze ein. Ueber die Bedeutung des Siliciums in der Pflanze wissen wir, daß es als Baustoff der Zellmembran gleich der Cellulose verwendet wird und so bei den Kieselpflanzen den wesentlichen Bestandtheil der Zellhäute, vorwiegend der Epidermiszellen, bildet. Daß sie aber darin vollständig durch die Cellulose selbst vertreten werden kann, ist wenigstens für das Getreide durch die oben angeführten Untersuchungen erwiesen. Ob dasselbe aber für die übrigen an Silicium noch reicheren Kieselpflanzen, wie die Equisetaceen und Diotomaceen, ebenfalls gilt, oder ob diese ohne jenes Element sich nicht entwickeln können, ist noch eine offene Frage.

Für das Natrium ist, obgleich dasselbe mit großer Regelmäßigkeit in den Aschen aller unter natürlichen Verhältnissen gewachsenen Pflanzen, allerdings meist in weit geringerer Menge als das Kalium vorkommt, durch zahlreiche Vegetationsversuche unzweifelhaft nachgewiesen, daß es wenigstens für die landwirthschaftlichen Culturpflanzen von keiner Bedeutung und völlig entbehrlich ist. Dagegen wissen wir nichts von der Beziehung des Natriums zu den Meerpflanzen, zu den Pflanzen der Salinen und der asiatischen Salzsteppen, welche reich an diesem Metall sind.

Auch vom Aluminium, welches wegen seines Vorkommens in den Lycopodium-Arten in Betracht kommt, ist es unbekannt, ob es eine nothwendige Bedingung für das Gedeihen dieser Pflanzen ist.

Geeignete chemische Verbindungen.

Die chemischen Verbindungen, in welchen die oben aufgezählten echten Nährstoffelemente von der Pflanze beansprucht werden, sind bekanntlich nicht für alle Gewächse dieselben. Namentlich sind die Elemente der verbrennlichen Substanz, besonders der Kohlenstoff, in zwei wesentlich verschiedenen Formen zur Ernährung tauglich. In dieser Beziehung stehen sich bekanntlich die grünen, d. h. mit Chlorophyll versehenen Pflanzen und die chlorophylllosen gegenüber. Die ersteren ernähren sich nicht aus organischen kohlenstoffhaltigen Verbindungen, sondern empfangen den gesammten Kohlenstoff in Form von Kohlensäure aus der Atmosphäre, sie bedürfen also auch im Boden keiner organischen Verbindungen. Die chlorophylllosen Pflanzen dagegen sind nicht im Stande, aus Kohlensäure ihren Bedarf an Kohlenstoff zu entnehmen, sondern ernähren sich aus kohlehaltigen organischen Substanzen, welche von pflanzlichen oder thierischen Körpern herrühren. In dieser Beziehung sind die Nahrungsbedürfnisse je nach dem Vorkommen und der Lebensweise dieser Gewächse sehr mannigfaltig. Wir unterscheiden Schmarotzer oder Parasiten, welche gewisse Bestandtheile des lebendigen Körpers anderer Pflanzen oder Thiere, auf denen sie wachsen, nothwendig zu ihrer Ernährung beanspruchen und die daher meistens unter keinen anderen Verhältnissen sich entwickeln, als wenn ihnen der für sie geeignete Nährorganismus als Substrat geboten wird.

Dieses gilt von den zahlreichen echten Schmarotzerpilzen, die auf bestimmten Pflanzen oder Thieren vorkommen; ebenso auch von den parasitischen Phanerogamen, wie den Arten von Cuscuta, Orobanche ꝛc., welche nicht über den Keimpflanzenzustand hinaus sich entwickeln, wo eine der für sie erforderlichen Nährpflanzenspecies (Flachs, Klee ꝛc.) ihnen nicht erreichbar ist. Die unter der Bezeichnung Fäulnißbewohner oder Saprophyten zusammengefaßten chlorophylllosen Pflanzen erheischen ein lebloses Substrat, in welchem gewisse organische Verbindungen vorhanden sein müssen, die ihnen zur Nahrung dienen. Von solchen Verbindungen sind im Allgemeinen für jede Species von Saprophyten nur eine oder einige einander ähnliche tauglich oder erzielen wenigstens eine gedeihliche Entwickelung, wie z. B. für den Hefepilz Zucker, für Schimmelpilze Fruchtsäfte und viele ähnliche Substanzen, für zahlreiche andere kleine und große Schwämme verwesende vegetabilische Materialien und Pflanzentheile oder ein Erdboden, in welchem vegetabilische oder animalische Reste vorhanden sind, so daß z. B. der Champignon nur gedeihen kann, wenn er auf einer Unterlage cultivirt wird, welche organische Bestandtheile, z. B. Pferdedünger oder ähnliches enthält. Diese Andeutungen müssen hier genügen, um die verschiedenen Bedingungen einer gesunden normalen Entwickelung hinsichtlich des Nahrungsbedürfnisses bei den einzelnen Organismengruppen richtig zu erkennen. Hiernach ist für die chlorophyllgrünen, im Erdboden oder in den irdischen Gewässern wurzelnden Pflanzen, da sie den Kohlenstoff durch die Kohlensäure aus der Atmosphäre, den Wasserstoff und den Sauerstoff in Form von Wasser empfangen, von Nährstoffen im Boden nur noch Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen erforderlich. Die Physiologie lehrt, daß der Stickstoff allgemein in der Form eines salpetersauren oder eines Ammoniaksalzes, die übrigen Elemente als schwefel- und phosphorsaure Kali-, Kalk-, Magnesia- und Eisensalze von der Pflanze aufgenommen werden. Diese Salze sind nur in wässeriger Lösung von der Pflanze aufnehmbar; aber es ist bekanntlich nicht nöthig, daß sie in löslicher Form geboten werden, denn durch die auflösende Kraft der Wurzeln können manche unlösliche Mineralbestandtheile in lösliche Verbindungen übergeführt werden.

Folgen des Fehlens sämmtlicher Nährstoffelemente.

Wenn die eben genannten Nährsalze dem Boden oder dem Wasser, worin die Pflanze wurzelt, sämmtlich fehlen, wenn also Pflanzen in reinem Sand (Quarzkörner) oder in destillirtem Wasser wachsen, so stockt nach Vollendung der Keimung die Entwickelung bald oder setzt sich in auffallend kümmerlicher Weise fort und endet jedenfalls vor ihrem normalen Abschluß mit dem Tode. Je vollständiger es dabei gelingt, der Pflanze jede Zufuhr von Aschenbestandtheilen abzuschneiden, desto genauer

überzeugt man sich, daß unter solchen Umständen in den entwickelten Pflänzchen nicht mehr Asche, als der Samen enthielt, vorhanden ist.

Folgen des Fehlens eines der Nährstoff-elemente.

Wenn in der Nahrung der Pflanzen nur einer der genannten Stoffe fehlt, so ist ebenfalls keine normale Entwickelung möglich, wie dies schon aus dem Begriffe des nothwendigen Nährstoffes folgt. Wir fragen nun nach der Art der schädlichen Folgen, welche das Fehlen jedes einzelnen Nährstoffes nach sich zieht, und werden dadurch zugleich näher mit der physiologischen Rolle bekannt, welche die einzelnen Elemente der Nährstoffe in der Pflanze spielen. Es ist zu erwarten, daß der Mangel an einem Stoffe, der nothwendig zur Bildung jeder Zelle gebraucht wird, eine ähnliche Stockung oder Kümmerniß der Entwickelung überhaupt zur Folge hat, wie das Fehlen sämmtlicher Nährstoffe, daß dagegen andere, die nur zu bestimmten Zwecken nöthig sind, durch ihr Fehlen eine entsprechende Krankheitserscheinung bedingen.

Stickstoff.

1. Bezüglich des Stickstoffs wissen wir durch Boussingault's[1]) schöne Versuche, daß wenn derselbe den chlorophyllgrünen Pflanzen nicht in Form eines salpetersauren oder Ammoniaksalzes dargeboten ist, keine Vermehrung der schon im Samen vorhanden gewesenen stickstoffhaltigen organischen Substanz eintritt. Wol nimmt in Folge der assimilirenden Thätigkeit der Blätter die organische Substanz überhaupt zu und es wird dadurch ein Wachsthum und eine Entwickelung bis zu einem gewissen Punkte ermöglicht, aber das dazu erforderliche Stickstoffbedürfniß kann nur durch das schon im Samen vorhanden gewesene Quantum befriedigt werden. Daraus erklärt sich die kleine, kümmerliche Form, in welcher alle Theile gebildet werden; es erklärt sich ferner daraus, daß die zuerst entstandenen Blätter sehr bald wieder gelb werden und absterben, indem ihnen offenbar die stickstoffhaltigen Bestandtheile bald wieder theilweis entzogen werden, um den inzwischen neu sich bildenden Theilen zur Ernährung zugeführt zu werden, und es wird endlich erklärlich, warum früher oder später die ganze Entwickelung stockt und die Pflanze stirbt. Sonnenrosen sah Boussingault unter solchen Umständen schon als ganz kleine Pflänzchen mit wenigen Blättern absterben; Bohnen entwickelten sich, wenn auch in sehr kümmerlichen Größenverhältnissen der einzelnen Organe, doch bis zum Erscheinen einiger Blüten und sogar bis zur Reife einer kleinen Hülse mit zwei sehr kleinen Samen, obgleich, wie gesagt, der Stickstoffgehalt der gesammten Production denjenigen des ausgelegten Samens noch nicht erreichte. Der ungleich weite Fortschritt in der Entwickelung hierbei wird wahrscheinlich bedingt durch den ungleich großen Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandtheilen im Samen.

[1]) Agronomie etc. I., pag. 6 ff.; siehe auch die Darstellung in Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 134 ff.

Von den genannten beiden Stickstoffverbindungen scheint nur die Salpetersäure eine vollständige und gedeihliche Entwickelung der chlorophyllgrünen Pflanzen zu ermöglichen, so daß die günstige Wirkung des ammoniakalischen Düngers zurückzuführen wäre auf die Bildung von Salpetersäure aus Ammoniak, welches nach Knop im Boden leicht in jene Säure übergeht. Die von Ville angestellten Vegetationsversuche haben zwar die Möglichkeit erwiesen, daß Pflanzen, die als Stickstoffquelle nur Salmiak oder ein anderes unzersetztes Ammoniaksalz empfangen, mittelst dieser Salze ihren Stickstoffgehalt in der That vermehren können; allein ein wirklich gedeihliches Fortkommen scheint übereinstimmend bei diesen und ähnlichen Versuchen Anderer nicht erzielt worden zu sein[1]).

Für die Landpflanzen scheint eine nothwendige Bedingung der normalen Entwickelung zn sein, daß der stickstoffhaltige Nährstoff im Boden vorhanden und durch die Wurzeln zugeführt wird. Durch die Versuche Mayer's[2]), die dann auch Schlösing[3]) im Allgemeinen bestätigte und wobei die oberirdischen, von den Wurzeln luftdicht abgeschlossenen Pflanzentheile mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak bestrichen wurden, während die Wurzeln gar keine stickstoffhaltige Nahrung erhielten, ist zwar erwiesen, daß die Pflanze auch auf diesem Wege (d. h. aus der Luft) Ammoniak zu assimiliren vermag, allein ein normales Gedeihen der Pflanzen ist auch unter diesen Umständen nicht beobachtet worden.

Unter den niederen chlorophylllosen Thallophyten, welche ihren Kohlenstoffbedarf aus organischen Nährstoffen schöpfen, können zwar Schimmelpilze, wie Pasteur gezeigt hat, Ammoniak oder salpetersaure Salze zur Befriedigung ihres Stickstoffbedarfes aufnehmen, kommen aber auch fort, wo der Stickstoff in organischer Substanz geboten ist. Dagegen vermag der Hefepilz nach Mayer sich nicht aus Salpetersäure, wol aber aus Ammoniak, Harnstoff ꝛc., sowie aus löslichen durch die Zellhaut diffundirbaren Proteïnstoffen zu ernähren.

Schwefel.

2. Schwefel ist als ein zur Constitution der Proteïnstoffe gehöriges Element, in Form von schwefelsauren Salzen ein für die Production vegetabilischer Substanz überhaupt unentbehrlichen Nährstoff, bei dessen Ausschluß in allen Fällen schon in früher Jugend eine sehr mangelhafte Entwickelung der Pflanzen und eine sehr geringfügige Production von organischer Substanz überhaupt stattfindet.

Phosphor.

3. Ebenso ist es unmöglich, ohne Zufuhr von Phosphor als phosphorsaures Salz eine Pflanze zu irgend einer gesunden Entwickelung

1) Vergl. Mayer, Agrikulturchemie I. pag. 171—172.

2) Landwirthsch. Versuchsst. XVII. pag. 329.

3) Compt. rend. 1874. pag. 1700.

zu bringen, was sich aus der bekannten nahen Beziehung erklärt, in welcher dieses Element zu den Proteïnstoffen steht.

Kalium.

4. Die Bedeutung des **Kaliums** für die Pflanze liegt in der nothwendigen Beziehung desselben zu den Kohlenhydraten. Wir wissen, daß dieses Metall stets in Begleitung der Kohlenhydrate, wie Stärkemehl und Zucker, auftritt, und seine Anwesenheit zur Bildung dieser Stoffe und zur Wanderung und zur Niederlegung derselben in der Pflanze nothwendig ist. Da nun die Assimilation in der Erzeugung eines Kohlenhydrats, besonders Stärkemehls besteht, so scheint überhaupt für keine chlorophyllgrüne Pflanze ohne ein Kalisalz eine Production möglich zu sein, und diese sowie in Folge dessen auch die Energie des Wachsthums halten mit dem Reichthum an Kali gleichen Schritt. Damit in Uebereinstimmung steht auch die Thatsache, daß Pflanzen, in denen große Mengen von Kohlenhydraten producirt werden, wie Kartoffeln, Rüben, Weinstock, auch reich an Kali sind und zu ihrem Gedeihen eine große Menge davon beanspruchen, weshalb man solche Gewächse als Kalipflanzen bezeichnet hat. Die Krankheitserscheinungen, welche durch Kalimangel bedingt werden, sind durch die Versuche von Nobbe[1]) mit Buchweizen klar erkannt worden, und ist durch dieselben die im Vorstehenden bezeichnete Rolle des Kaliums in der Pflanze bestätigt. Buchweizenpflanzen in einer mit Kalisalz versetzten Nährstofflösung entwickelten sich völlig normal und kräftig; dagegen kamen die in einer ebensolchen, aber kalifreien Lösung stehenden nur wenig über den Keimpflanzenzustand, und es zeigte sich, daß diese Pflanzen obgleich sie sich im Lichte befanden, doch kein Stärkemehl in den Chlorophyllkörnern ihrer Blätter erzeugten, mit anderen Worten, daß sie nicht assimilirten, woraus also ohne Weiteres die Stockung der ganzen Entwickelung erklärlich wird.

Unter den Kaliumverbindungen kommen zur Ernährung der Pflanze in Betracht das Chlorkalium, das salpetersaure, phosphorsaure und schwefelsaure Kali. Wenn nun auch alle diese im Stande sind, die Pflanze mit Kalium zu ernähren, so ist doch die auffallend ungünstigere Wirkung der drei letztgenannten Salze gegenüber dem Chlorkalium eine unleugbare Thatsache. Wie oben bereits bei Gelegenheit der Wirkung der Chloride bemerkt wurde, drückte Nobbe dieses Verhältniß dahin aus, daß das Chlor (Chlorkalium) zur Ueberführung des Stärkemehls aus den Blättern nach den Verbrauchsorten nöthig sei, indem bei Verabreichung schwefel- oder phosphorsauren Kalis diese Translocation nicht stattfinde. Wenngleich nun diese Krankheitserscheinungen in der Folge von Brasch und Rabe bei Wasserculturversuchen unter solchen Umständen nicht bemerkt worden sind,

[1]) Landwirthsch. Versuchsst. XIII.

so haben Dieselben[1]) doch die auffallend günstige Wirkung des Chlorkaliums gegenüber den anderen Kalisalzen auf die gesammte Production der Buchweizenpflanze in helles Licht gestellt, wie folgende Zahlen beweisen. Die Pflanzen wurden cultivirt in einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia, phosphorsaurem Eisenoxyd und salpetersaurem Kalk; außerdem erhielt die eine Partie noch salpetersaures Kali, eine andere saures phosphorsaures Kali, eine dritte schwefelsaures Kali, eine vierte Chlorkalium. Die Ernte ergab:

	Zahl der keimkräftigen Körner.	Gewicht der Körner.	Trockengewicht des Strohs.	Trockengewicht der Wurzeln.
Mit salpetersaurem Kali	150	4,19	4,6	1,2
„ saurem phosphors. „	184	5,48	3,7	1,0
„ schwefelsaurem „	147	4,33	3,7	1,2
„ Chlorkalium „	387	9,99	16,5	3,7.

Calcium. 5. **Wenn Calcium unter den Nährstoffen fehlt, so tritt ausnahmslos sehr bald eine Stockung der Entwickelung und der Tod der Pflanze ein. Werden die Pflanzen aus Samen erzogen, so zeigt sich diese Erscheinung schon an der jungen Keimpflanze, weil die meisten Samen wenig von diesem Metall enthalten, so daß der Mangel desselben bei der Entwickelung frühzeitig sich geltend macht.**

Die Ursache dieser verderblichen Wirkung des Kalkmangels muß wiederum in der physiologischen Rolle dieses Elementes gesucht werden. Wir wissen über diese bis jetzt nur Folgendes. Der Kalk findet sich in der Pflanze vorwiegend in den Stengeln und Blättern, in deren Geweben er hauptsächlich durch Oxalsäure niedergeschlagen wird und darin unthätig liegen bleibt, so daß er auch in den abfallenden herbstlichen Blättern in großer Menge vorhanden ist. In Uebereinstimmung damit zeigen Pflanzen, welche einen stark entwickelten Blattaparat produciren, auch einen hohen Gehalt an Kalksalzen und ein vorwiegendes Bedürfniß nach solchen; so der Tabak, die Papilionaceen ꝛc., die daher auch als Kalkpflanzen von anderen unterschieden worden sind. Dieser Sachverhalt scheint zu der Vermuthung zu berechtigen, daß der Kalk, nachdem er bei der Nährstoffaufnahme als Träger der Schwefel- und Phosphorsäure, welche im Boden gewöhnlich an ihn gebunden vorkommen, fungirt hat, in der Pflanze weiter den Zweck hat, die für den Organismus in größeren Mengen schädliche freie Oxalsäure zu binden und unlöslich zu machen. Ob dies den wahren Sachverhalt trifft und ob nicht auch noch andere Verhältnisse in Betracht zu ziehen sind, wird um so mehr fraglicher, seit Böhm[2]) in der Sache einen neuen Gesichtspunkt geltend gemacht hat, der an die bisher gehegte Vermuthung zunächst keinen Anknüpfungspunkt zu bieten scheint. Böhm verglich die Entwickelung der Keimpflanzen von Feuerbohnen in der Periode, wo auf Kosten der Reservenährstoffe der Stengel und die ersten Laubblätter sich entwickeln, einestheils bei Cultur in destellirtem Wasser, anderntheils unter Verabreichung eines Kalksalzes. In dieser Entwickelungsperiode enthielten die Primordialblätter der in destillirtem Wasser stehenden

[1]) Citirt in Just, bot. Jahresber. f. 1876, pag. 889.

[2]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 15. April 1785.

Pflanzen nicht weniger Aschebestandtheile wie die bei Kalkzufuhr cultivirte Schwesterpflanzen. Aber gleichwohl tritt bei den nicht mit Kalk ernährten schon vor dem völligen Verbrauche der organischen Reservenährstoffe ein Krankheitszustand und nachfolgender Tod ein unter Erschlaffung und Verschrumpfung des Stengels unterhalb der Endknospe, sowie unter der gleichen Veränderung der weiter entwickelten Stielenden der Primordialblätter. Dieses Absterben kann außer Kalk durch keine andere Basis verhindert werden. Hinsichtlich der Zeit des Eintrittes dieser Erscheinung verhalten sich die in destillirtem Wasser wachsenden Keimpflanzen individuell verschieden; bei manchen tritt sie schon ein, wenn der Stengel kaum 2 oder 3 Cm. lang ist, bei anderen erst wenn derselbe sich bis auf 30, ja selbst bis 50 Cm. gestreckt hat, was wohl aus dem verschiedenen Kalkgehalt der Samen zu erklären ist. Zugleich trat nun die bemerkenswerthe Thatsache hervor, daß in den so afficirten Pflanzen das Stärkemehl in den Mark- und Rindezellen des ersten Internodiums angesammelt blieb, während an vergeilten Pflanzen bei Kalkzufuhr die oberen Theile der Stengel reich mit Stärkemehl erfüllt sind und die unteren Stengeltheile auch bei noch nicht entleerten Cotylodonen nur im Stärkering um die Gefäßbündel solches führen. Böhm sieht hierin eine Stockung der Stärkeleitung aus den Reservestoffbehältern (Cotyledonen) zur Stengelspitze, bedingt durch den Kalkmangel, ohne ein Urtheil abzugeben über die Rolle welche der Kalk bei diesem Transport der Stärke spielt. Die Bildung von Stärkemehl aus Kohlensäure in den grünen Blättern dieser Bohnenpflanzen wird durch den Kalkmangel nicht vereitelt, wie Böhm wirklich constatirt hat.

Magnesium.

6. Auch vom Magnesium ist übereinstimmend nachgewiesen, daß sein Fehlen unter den Nährstoffen keine normale Entwickelung, keine erhebliche Zunahme des Trockengewichtes gestattet, sondern daß solche Pflanzen in frühem Entwickelungsstadium zu Grunde gehen. Nur ist die physiologische Rolle des Magnesiums, welche diese Verderbniß verhütet, noch keineswegs aufgeklärt. Die Talkerde wird vielfach gleich dem Kalk in den älteren Blättern angesammelt; aber sie zeigt andererseits auch einen gewissen Parallelismus mit dem Auftreten der Proteinstoffe und der Phosphate, und gerade dieses letztere Verhältniß, sowie das nachgewiesene Vorkommen von Magnesiumverbindungen in den Aleuronkörnern der Samen dürfte einen Fingerzeig zur Beantwortung jener Frage geben.

Eisen. — Gelbsucht und Bleichsucht.

7. Das Fehlen des Eisens hat, soweit bekannt, an den chlorophyllgrünen Pflanzen eine wohlcharakterisirte Krankheit, die Gelbsucht (icterus) und die Bleichsucht (chlorosis) zur Folge. Es ist nöthig, an der Unterscheidung dieser beiden Krankheitsformen festzuhalten, welche zuerst Meyen[1]) nach ihren Symptomen richtig charakterisirte. Wir reden darnach von Gelbsucht, wenn an einer im normalen Zustande grünen Pflanze bei Entwickelung im Lichte die jungen Blätter in gelber Farbe zum Vorschein kommen und dauernd gelb oder gelbgrün bleiben, wobei sie jedoch im Uebrigen ihre normale Beschaffenheit und Gestalt annehmen. Die Zellen

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 282 ff.

des Mesophylls enthalten zwar in ihrem Protoplasma Chlorophyllkörner, aber an diesen ist der grüne Farbstoff nicht ausgebildet, sie haben einen gelben Farbenton, und auch ihre Zahl ist geringer als in den Zellen gesunder grüner Blätter; in manchen Zellen finden sich wohl auch keine Körner und das Protoplasma zeigt die gelbliche Färbung, entsprechend dem ungeformten Chlorophyll.' Als Bleichsucht dagegen bezeichnen wir den Krankheitszustand, wobei die Blätter einer im Lichte wachsenden Pflanze sich in weißer Farbe, aber übrigens in normaler Beschaffenheit und Gestalt entwickeln und diese Farbe beibehalten; die Zellen, welche im gesunden Zustande mit Chlorophyllkörnern versehen sind, zeigen in diesem Falle nichts davon, sie enthalten einen farblosen, wässerigen, protosplasmaarmen, zum Theil wohl auch luftführenden Inhalt. Hiernach sind diese Krankheiten vom Etiolement (p. 161) hinlänglich unterschieden, indem letzteres durch Lichtmangel erzeugt wird und außer dem Unterbleiben der Chlorophyllbildung auch bedeutende Veränderungen in der Gestalt und Ausbildung der Theile erkennen läßt. Die hier bezeichneten Krankheiten können durch Eisenmangel in der Nahrung verursacht werden. Aber es sind auch noch andere Einflüsse bekannt, welche die nämlichen Krankheitserscheinungen hervorrufen; von diesen (vergl. die durch die Temperatur und die durch unbekannte Bodeneinflüsse verursachten Krankheiten) ist hier nicht weiter die Rede. Zuerst haben Gris, Vater und Sohn[1]), entdeckt, daß man gelbsüchtige Pflanzen heilen kann, d. h. daß ihre gelben Blätter ergrünen, wenn man sie eine verdünnte Lösung eines Eisensalzes durch die Wurzeln aufnehmen läßt. Eine Reihe späterer Forscher[2]) hat weiter durch Versuche gezeigt, daß man durch Cultur in eisenfreien Nährstofflösungen die Krankheit hervorrufen kann. Besonders lehrreich sind in dieser Beziehung die Versuche von Sachs (l. c.). Dieser zeigte am Mais, daß die Krankheit erst dann eintritt, wenn die Pflanze alle Keimtheile auf Kosten der Reservestoffe entfaltet hat; die ersten drei bis vier Blätter werden grün, weil sie das im Samen enthaltene Eisen empfangen; die folgenden sind dann nur noch im oberen Theil grün, an der Basis bleich, endlich kommen lauter total kranke Blätter. Einen ganz ähnlichen Eintritt der Krankheit beobachtete er an Kohlpflanzen und Bohnen. Ebenso sah er die Gelbsucht auch an vollständig normal erzogenen Maispflanzen von mehr als 48 Cm. Höhe eintreten, nachdem sie aus der eisenhaltigen Nährstofflösung in eine eisenfreie gesetzt worden waren; nach sechs Tagen zeigten sich auf den jungen Blättern gelbweiße Längsstreifen, die später noch stärker hervortraten, die Befruchtung der Blüten schlug fehl und das Trockengewicht der Ernte

[1]) Vergl. A. Gris, Ann. des sc. nat. 1857. VII. pag. 201.

[2]) Vergl. die Literatur bei Sachs, Experimentalphysiologie, pag. 144.

betrug nur $1/3$ von den in der Eisenlösung bis zu Ende gewachsenen Pflanzen. Nach Knop[1]) ist der Eisengehalt einer Eichel genügend um die Entwickelung der Pflanze auf 1 bis 2 Jahre zu unterhalten; erst im zweiten und dritten Sommer werden, wenn man nur eisenfreie Lösungen der Pflanze darbietet, die Blätter gelb und bleich. Meistens scheint die durch Eisenmangel erzeugte Krankheit in der Form der Gelbsucht aufzutreten; bei Mais namentlich sind oft alle Blätter gelb. Aber häufig geht auch bei Eisenmangel die Gelbsucht in Bleichsucht über; es können einzelne Stellen der Blätter chlorotisch werden oder zuletzt die Blätter ganz weiß erscheinen. Chlorose und Icterus sind in ihrem Auftreten nicht streng geschieden. Vielleicht kommt es, wie ich schon oben bei der Störung der Chlorophyllbildnng durch niedere Temperatur bemerkte, nur darauf an, in welchem Altersstadium der Zelle oder in welchem Entwickelungsstadium der Chlorophyllkörner der Eisengehalt der Zelle oder die Eisenzufuhr soweit erschöpft ist, daß die Chlorophyllbildung gehemmt wird. Durch jene Versuche ist der Beweis geliefert, daß das Eisen zur Erzeugung des grünen Chlorophyllfarbstoffs nothwendig ist. Damit stimmt anch überein, daß dieses Metall hauptsächlich in der Asche der grünen Pflanzentheile gefunden wird und daß manche Chemiker es für einen Bestandtheil des Chlorophylls selbst ansehen. Eine andere direkt schädliche Wirkung des Eisenmangels auf die Pflanze läßt sich nicht nachweisen; und so ist auch für niedere chlorophyllose Pflanzen das Eisen entbehrlich gefunden worden. Aber die Gelb- und Bleichsucht ziehen andere schädliche Folgen nach sich. Denn Pflanzen ohne Chlorophyll sind nicht fähig zu assimiliren; es tritt daher eine schwächliche Entwickelung ein, wenn die Krankheit nicht gehoben wird, die Pflanzen leben wohl noch eine Zeit lang fort, solange als noch assimilirte Nährstoffe in ihren Geweben vorhanden sind, aber sie erreichen den normalen Abschluß ihrer Entwickelung nicht, die bleichen Blätter fangen frühzeitig an zu welken und die Pflanze stirbt; die Analyse zeigt, daß die Trockensubstanz der Ernte gegen die des angewandten Samens nur unbedeutend zugenommen hat[2]). Es scheint, daß die Chlorose immer einen sehr rapiden Verfall des Lebens nach sich zieht, icterische Pflanzen aber länger aushalten können, z. B. nach Knop[3]) durch Eisenmangel gelbsüchtig gewordener Mais bis zur Blüte.

Was die Quantität und Qualität der Eisenverbindungen betrifft, durch welche die in Rede stehende Krankheit verhütet oder geheilt werden kann, so hat sich übereinstimmend mit dem geringen Eisengehalt der meisten Pflanzenaschen schon eine relativ sehr kleine Menge Eisen zur

---

1) Ber. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 6. Febr. 1869.

2) Sachs, l. c. pag. 146. ff.

3) l. c. pag. 5.

vollständigen Ergrünung der Pflanzen hinreichend erwiesen; nach Knop (l. c.) reichen für ein Exemplar von Getreidepflanzen 2 bis 5 Mgr. aus, um dessen ganzen Bedarf an diesem Metall zu decken. Den besten Dienst leisten Eisenoxydsalze, die in Lösung geboten werden können, oder fein vertheiltes phosphorsaures Eisenoxyd, welches, wenn es auf die Wurzeln aufgeschlemmt ist, durch diese in Lösung gebracht wird. Auch die Oxydulsalze genügen, wenn sie in sehr verdünnten Lösungen gegeben werden, wahrscheinlich weil sie sich leicht zu Oxydsalzen oxydiren. Sogar eisenhaltige Doppelcyanüre, wie das gelbe Blutlaugensalz, können, allerdings nachdem sie von der Pflanze zersetzt worden sind, das zum Ergrünen nöthige Eisen liefern, wiewol sie weiterhin als Gift (s. unten) wirken.[1]

Nach den Angaben der beiden Gris sollen auch durch Bestreichen bleicher und gelbsüchtiger Blätter mit verdünnter Eisenlösung die bestrichenen Stellen nach kurzer Zeit ergrünen. Bei der äußerst geringen Menge Eisen, welche zur Chlorophyllbildung hinreicht, wäre eine genügende Zufuhr auf diesem Wege nicht undenkbar. Knop hat jedoch bei Wiederholung dieses Versuches mit Maispflanzen, die durch Eisenmangel gelbsüchtig waren, kein deutliches Resultat, kein eigentliches Ergrünen der unter diesen Stellen liegenden Chlorophyllkörner erkennen können. Für die Chlorose leugnet er diese Möglichkeit auf das Bestimmteste; jedoch handelte es sich eben um solche Bleichlinge, von denen er nachgewiesen, daß nicht Eisenmangel die Ursache ihrer Krankheit war.

Ungenügende Menge von Nährstoffen überhaupt.

Ungenügende Menge von Nährstoffen überhaupt. Im Vorstehenden haben wir die Folgen des Fehlens aller Nährstoffe oder irgend eines derselben erörtert. Wenn nun die genannten Nährstoffe zwar vorhanden, aber sämmtlich oder auch nur einer von ihnen in ungenügender Menge dargeboten sind, so tritt eine nach Maßgabe des Bedarfes an diesen Stoffen und der wirklich disponiblen Menge derselben sich richtende Unvollständigkeit der Entwickelung oder krankhafte Affection der Art ein, wie sie für das Fehlen des betreffenden Nährstoffes im Vorhergehenden charakterisirt ist. Um die Bedingungen des Gedeihens der Pflanzen in dieser Beziehung richtig zu würdigen, muß daran gedacht werden, daß bei einer und derselben Pflanze der quantitative Bedarf an den einzelnen Nährstoffen ein verschiedener ist. Bei den meisten Pflanzen sticht der Bedarf an Phosphorsäure, Kali und wol auch Kalk und Magnesia durch große Zahlen hervor, während namentlich das Eisen in so geringer Menge gebraucht wird, daß kaum irgend wo in der freien Natur ein Mangel daran für die Pflanzen denkbar ist. Es ist dann weiter der ungleiche Bedarf der verschiedenen Pflanzenarten zu berücksichtigen, indem der in größter Menge beanspruchte Bestandtheil bei der einen Pflanze Kali, bei der andern Kalk, bei wieder anderen Phosphorsäure ist. Man kann also im Allgemeinen sagen, daß die Nährstoffe nur in ihrer Gesammtheit und

[1] Knop, l. c.

zwar in demjenigen relativen Verhältnisse untereinander, wie es durch den Bedarf der betreffenden Species vorgeschrieben ist, für die Ernährung der Pflanze von Nutzen sind, mit anderen Worten, daß der Mehrgehalt an an einem einzelnen Nährstoffe den Fehlbetrag eines anderen nicht aufwiegen kann. Da nun im Boden und in den Gewässern die Mischung der für die Pflanzen tauglichen Nährstoffe eine zufällige ist, so ist es immer der jeweils im Verhältniß in kleinster Menge vorhandene Nährstoff, welcher die Entwickelung der Pflanzen und die Production vegetabilischer Substanz regulirt: vermindert er sich, so nimmt die Entwickelung ab, vermehrt er sich, so steigt dieselbe.

Es braucht nur angedeutet zu werden, daß die krankhaften Symptome, die sich unter solchen Umständen zeigen, verschiedene sein werden, je nach den Stoffen, an denen die Pflanze Noth leidet und je nach den Mengenverhältnissen der gebotenen Stoffe untereinander. In vielen Fällen ist das Resultat, daß die Pflanze unter Zwergbildung, wie wir sie oben auch als Folge eines Mangels an Wasser im Boden kennen gelernt haben (pag. 303), den normalen Abschluß ihrer Entwickelung zu erreichen sucht. Eine Verzwergung wegen Nahrungsmangel wird besonders da zu erwarten sein, wo die im Samen enthaltenen Aschebestandtheile schon in einer Mischung vorhanden sind, die dem Verhältniß nahe kommt, in welchem dieselben bei der Entwickelung der Gesammtpflanze beansprucht werden, und ferner da, wo die geringe Menge, die der Boden spendet, gerade dazu beiträgt, das im Samen der betreffenden Pflanzenart etwa unrichtige Verhältniß mehr zu corrigiren. Sind dabei die Wasserverhältnisse des Bodens nicht ungünstig, so muß natürlich die Zwergbildung etwas in dem Sinne verdeckt werden, in welchem das Wasser auf die Pflanze wirkt, d. h. die Stengel und Blätter, besonders bei den Gramineen sind etwas mehr in die Länge gestreckt als bei derjenigen Zwergbildung, die allein auf die Wasserarmuth des Bodens zurückzuführen ist. Je mehr aber die Zusammensetzung der Asche des Samens von dem Verhältniß der einzelnen Nährstoffe im Bedürfniß der Gesammtentwickelung der Pflanze abweicht, und je weniger das, was der Boden bietet, hierin ein Correctiv schaffen kann, desto weniger vermag die Pflanze das Ende ihrer normalen Entwickelung zu erreichen, sondert hört in irgend einem Stadium auf zu wachsen, sowie wir es beim Fehlen der einzelnen Nährstoffe kennen gelernt haben.

Unersetzlichkeit der Elemente durch andere.

Aus der Unentbehrlichkeit der genannten einzelnen Nährstoffe erklären sich auch die pathologischen Folgen, welche bei den Versuchen, eines oder das andere dieser Elemente durch ein chemisch nahe verwandtes zu ersetzen, eintreten. Hier ist namentlich zu erwähnen, daß weder Mangan und Nickel[1]) noch Zink[2]) im Stande sind das Eisen in seiner Fähigkeit Chlorophyll zu bilden ersetzen können, sowie daß das Kalium durch das verwandte Natrium nicht vertreten werden kann[3]).

---

[1]) Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen, pag. 147.

[2]) Dementiew, citirt in Just, Bot. Jahresber. für 1876, pag. 924.

[3]) Stobbe, l. c. und Knop, Ber. d. kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. 6. Fbr. 1869.

II. Schädliche Wirkung des Concentrationsgrades der Nährstofflösung.

Schädlicher Concentrationsgrad der Nährstofflösung. — Algen.

Es ist eine Reihe von Fällen bekannt, wo Pflanzen, die in tropfbarflüssigem Medium leben oder mit ihren Wurzeln in solchem sich befinden, geschädigt werden, wenn die Lösung der Nährstoffe einen höheren Concentrationsgrad annimmt. Famintzin[1]) hat dies von einer Anzahl Süßwasseralgen nachgewiesen, die er in Nährstofflösungen cultivirte. Spirogyra entwickelte sich in einer ½-procentigen Lösung schon nicht mehr, während Mougeotia, Oedogonium, Stigeoclonium nicht nur in dieser, sondern selbst noch in einer Lösung von 3% vollkommen gesund blieben, Protococcus viridis, Chlorococcum infusionum und „Protonema", sogar üppig gediehen; selbst 5-procentige Lösung wurde noch ertragen. Auch fand er, daß die Bildung der Schwärmsporen des Protococcus, die in destillirtem Wasser, desgleichen in ½-procentiger Lösung stattfindet, durch eine Lösung von 2% und ebenso von 3% verhindert wird. Convent[2]) behandelte Cladophora mit einer Lösung von salpetersaurem Kali und mit einer solchen von kohlensaurem Ammoniak in verschiedenen Concentrationen, und erkannte, daß die Wirkung einer zu concentrirten Lösung dieser neutralen Salze nur darauf beruht, daß dieselben wasserentziehend auf das Protoplasma einwirken, welches dadurch von der Zellwand zurückweicht und sich um so mehr contrahirt, je stärker die Concentration ist, daß man aber die schädliche Wirkung wieder aufheben kann, wenn die Alge schnell wieder in destillirtes Wasser gebracht wird, widrigenfalls sie zu Grunde geht. Die Wirkung wurde schon bei 2-procentiger Lösung bemerkbar; doch konnte selbst die Wirkung einer Lösung von 10% Salzgehalt durch schnelles Einlegen in reines Wasser reparirt werden.

Phanerogamen.

Phanerogamen sind bei Wasserculturen, wo ihre Wurzeln in eine Lösung der Nährstoffe eintauchen, schon gegen viel geringere Concentrationen empfindlich, indem zu einer gedeihlichen Entwickelung derselben der Salzgehalt ungefähr zwischen 0,05 bis 0,5% sich halten muß, höhere Concentrationsgrade aber schon schädlich wirken, und andererseits auch geringere Grade, z. B. 0,01% für Mais nicht mehr tauglich sind[3]). Für die im Boden eingewurzelten Pflanzen sind dagegen viel stärker concentrirte Lösungen ohne Nachtheil, wie nicht blos durch directe Versuche erwiesen ist, sondern schon aus der Erwägung gefolgert werden muß, daß beim Austrocknen des Bodens ohne Schädigung der Pflanze eine hohe Concen-

---

[1]) Bot. Zeitg. 1871, Nr. 46.
[2]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 404.
[3]) Vergl. besonders Knop, B. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 1875, pag. 29 ff.

tration der noch verbleibenden Feuchtigkeit herbeigeführt wird. Wie der Boden die schädliche Wirkung einer concentrirteren Flüssigkeit verhindert, läßt sich wol vermuthen, ist aber keineswegs sicher ermittelt.

III. Combinirte Wirkungen der Bodeneinflüsse.

Combinirte Wirkungen der Bodeneinflüsse.

Unter den gewöhnlichen Verhältnissen sind die Pflanzen den Wirkungen aller derjenigen Factoren, die wir im Vorangehen einzeln geprüft haben, in ihrer Combination ausgesetzt. Wenn daher mehrere dieser Factoren zugleich eine für die Pflanze schädliche Form annehmen, so muß der sich ergebende Krankheitszustand der combinirte Ausdruck dieser schädlichen Einwirkungen sein. Es leuchtet ein, daß sehr verschiedenartige Combinationen möglich sind und daß wir in vielen Fällen nicht im Stande sein werden, eine solche combinirte Krankheitserscheinung unzweifelhaft richtig zu analysiren und ihre wahren Ursachen herauszufinden, weil mehrfach die pathologischen Symptome, welche verschiedene Factoren des Bodens hervorbringen, einander gleich sind und wir oft die Beschaffenheit eines Bodens nicht soweit kennen, um seine schädliche Wirkung bestimmt bezeichnen zu können, die wir vielmehr oft erst aus den eingetretenen Krankheitssymptomen errathen müssen. Die Folgen eines zu hohen wie eines zu niederen Wassergehaltes, diejenigen der gleichmäßigen Unzulänglichkeit aller Nährstoffe, des Mangels oder der Ungenügendheit einer oder mehrerer bestimmter Nährstoffe, die Folgen eines ungeeigneten Concentrationsgrades der Nährstofflösung und, um vollständig zu sein, auch die etwaige zufällige Anwesenheit irgend eines direkt schädlich wirkenden Stoffes (siehe das Kapitel von den Giften), alle diese müssen als die möglichen Ursachen in einem solchen Falle in Erwägung gezogen werden, und durch Vergleichung mit den Symptomen, die wir als Folgen dieser einzelnen Factoren sicher kennen, sind wir oft nur im Stande zu sagen, welchen Bodeneinflüssen ein vorliegender Krankheitszustand zugeschrieben werden könnte.

F. Schädliche Wirkungen der Bestandtheile der atmosphärischen Luft.

Bestandtheile der Atmosphäre.

Die Atmosphäre ist im Freien an allen Punkten der Erdoberfläche im Mittel aus 78,35 Volumenprocenten Stickstoff, 20,77 Sauerstoff, 0,84 Wasserdampf und 0,04 Kohlensäure zusammengesetzt, wobei nur der Wassergehalt je nach Orten, Zeiten und Umständen in hohem Grade, der Kohlensäuregehalt nur wenig veränderlich ist. Dieses relative Verhältniß von Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure ist, wie die Vegetation beweist, ein für die Pflanzen zuträgliches. Wenn es sich erheblich ändert, so können daraus schädliche Wirkungen auf die Pflanzen resultiren.

Stickstoffgas.

1. Das Stickstoffgas ist für die Pflanzen indifferent, es kommt nur

insofern in Betracht, als es durch seine in der Atmosphäre vorhandene Menge den Gehalt derselben an Sauerstoff und Kohlensäure bestimmt, namentlich das Sauerstoffgas in dem für das Leben geeigneten Grade verdünnt.

Sauerstoffgas. 2. Sauerstoffgas ist den Pflanzen zur Athmung nothwendig. Der schädliche Einfluß des Sauerstoffmangels zeigt sich in dem Aufhören der Strömung des Protoplosma in den Zellen, in dem Unbeweglichwerden der periodisch beweglichen und reizbaren Pflanzentheile; Keimung und Wachsthum finden in einer sauerstofffreien Atmosphäre nicht statt, und wenn Pflanzen längere Zeit in einer solchen verweilen, so sterben sie endlich ab. Man kann diesen Tod als Erstickung bezeichnen, weil er durch das Aufhören der Athmung verursacht wird. Grüne Pflanzen, welche in eine sauerstofffreie Luft eingeschlossen werden, können jedoch längere Zeit am Leben bleiben und sogar noch wachsen, weil die chlorophyllhaltigen Organe unter dem Einfluß des Lichtes Kohlensäure und Wasser zersetzen und dabei selbst Sauerstoff frei machen, welcher einen wenn auch spärlichen Ersatz für gewöhnliche Luft bildet und den Erstickungstod verhindert. Andererseits ist aber auch eine zu große Dichte des Sauerstoffs den Pflanzen tödtlich.

In reinem Sauerstoffgas von der gewöhnlichen Dichte der Luft ist nach Böhm[1]) das Wachsen auf ein Minimum reducirt und die Pflanzen gehen bald zu Grunde. So zeigten die Keimlinge von Phaseolus multiflorus, welche in atmosphärischer Luft gezogen waren, nach 28 Tagen bei reichlicher Wurzelbildung 37—41 Cm. lange Stengel, während von den in Sauerstoff entwickelten nach derselben Zeit vier bereis todt, die Cotyledonen verfault und die neugebildeten Organe abgestorben waren, zwei andere Individuen noch lebten, und nur 3,7 und 4,2 Cm. lange hypokotyle Achsen und 1,8 und 2,7 Cm. lange Stengel hatten. Auch Mais, Erbsen und Linsen kamen über die ersten Stadien der Wurzel- und Stengelbildung nicht hinaus, Gartenkresse, Flachs, Sonnenblumen blieben durchschnittlich kleiner, Roggen, Gerste, Weizen, Hafer entwickelten jedoch die ersten Blätter in normaler Länge. Ein 8—10 Procent stickstoffhaltiges Sauerstoffgas hatte ungefähr den gleichen schädlichen Einfluß. Böhm hat dann weiter gezeigt, daß wenn das reine Sauerstoffgas durch Auspumpen mittelst der Luftpumpe oder durch Beimengung von Wasserstoff so verdünnt wird, daß es unter einem Drucke steht, welcher dem Partialdruck des atmosphärischen Sauerstoffs entspricht oder selbst kleiner ist, das Wachsthum ebenso intensiv, wie in atmosphärischer Luft erfolgt. Auch die Versuche Bert's[2]) lehren, daß sowol ein verminderter, wie ein erhöhter Luftdruck der Atmosphäre für die Pflanzen schädlich ist und daß dabei nur der Partialdruck des Sauerstoffs das Wirksame ist. Die mit Gerste, Roggen, Kresse und Radieschen gewonnenen Resultate ergeben, daß die Keimung um so langsamer vor sich geht, je niedriger der Luftdruck ist, daß die unterste Druckgrenze für Kresse 12 Cm., für Gerste 6 Cm. ist, und bei

[1]) Sitzb. d. Wiener Akad. 10. Juli 1873.
[2]) Compt. rend. 16. Juni 1873.

4 Cm. überhaupt nirgends mehr Keimung stattfindet, daß jedoch in einer sehr sauerstoffreichen Luft auch bei 4 Cm. Druck noch Keimung stattfindet und in solcher Luft ebenso rasch verlaufen kann wie in gewöhnlicher Atmosphäre bei normalem Druck, während in sauerstoffarmer Luft auch bei normalem Druck die Keimung verlangsamt wird. Ein Druck von 4 oder 5 Atmosphären ist für die Pflanzen ohne auffallenden Nachtheil, wenn die Luft früh und abends erneuert wird. Bei höherem Druck werden die Triebe blaß und schmächtig; bei 8 Atmosphären entwickeln sich zwar die Wurzeln, aber nicht die Stengel; bei 10 Atmosphären finden nur Anfänge der Wurzelbildung statt (Gerste). Eine entwickelte Mimosa pudica ging in gewöhnlicher Luft bei 6 Atmosphären Druck, aber in sauerstoffreicher Luft schon bei 2 Atmosphären rasch zu Grunde.

Kohlensäuregas nöthig zur Assimilation.

3. Die Kohlensäure der Atmosphäre ist für alle chlorophyllhaltigen Pflanzen als Kohlenstoffquelle zur Bildung organischer Substanz unentbehrlich, denn sie liefert den gesammten für die Pflanze erforderlichen Kohlenstoff. Wenn grüne Pflanzen in kohlensäurefreien Medien sich entwickeln, so vermehrt sich die organische Substanz und überhaupt die Trockensubstanz derselben nicht, und nach Aufzehrung der in der Pflanze enthaltenen Reservenährstoffe steht die Entwickelung still und die Pflanze geht zu Grunde.

Nach den Untersuchungen Cailletet's[1]) und Böhms[2]) scheint auch nur die atmosphärische Kohlensäure, welche durch die Blätter aus der Luft aufgenommen wird, hierzu tauglich zu sein, nicht die im Boden vorhandene Kohlensäure und kohlensauren Salze. Denn im Boden eingewurzelte Pflanzen bilden in einer Luft, der man jenes Gas entzogen hat, keine Stärke in ihren Blättern und gehen rasch zu Grunde. Die Assimilation, d. h. die im Lichte stattfindende Zersetzung der aufgenommenen Kohlensäure und des Wassers und die Umwandlung derselben in Stärkemehl unter Abscheidung von Sauerstoff ist auch in ihrer Intensität von dem Kohlensäuregehalte der Luft abhängig. Schon älteren Physiologen, wie Saussure, war es bekannt, daß in einer sehr kohlensäurereichen Luft oder in reinem Kohlensäuregas, besonders bei geringer Helligkeit, die Sauerstoffausscheidung, welche als Maaß für die Assimilation und für die Production von Pflanzensubstanz gelten kann, sehr gehemmt wird und Pflanzen darin zu Grunde gehen. Genauer ist aber diese Abhängigkeit durch Godlewski's[3]) Versuche festgestellt worden, nach denen im Gegentheil die Kohlensäurezersetzung begünstigt wird durch Zunahme des Kohlensäuregehaltes der Luft bis zu einer gewissen Grenze. Das Optimum dieser Einwirkung liegt für Glyceria spectabilis zwischen 8—10 Proc. Kohlensäuregehalt, für Typha latifolia zwischen 5—7 Proc. und für Oleander wahrscheinlich etwas tiefer. Erst bei weiterer Steigerung des Kohlensäuregehaltes tritt die hemmende und schädliche Wirkung ein. Diese Angaben gelten jedoch nur unter Voraussetzung heller Beleuchtung; je stärker die Lichtintensität ist, desto mehr wird die Kohlensäurezersetzung durch Zunahme des Gehaltes der Luft an diesem Gase begünstigt, und desto weniger bei Ueberschreitung des Optimums ge-

[1]) Compt. rend. 1871. 73. Bd.

[2]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. Januar 1876.

[3]) In Sachs' Arbeiten des bot. Inst. Würzburg III. Heft.

hemmt. In Uebereinstimmung damit fand Godlewski[1]) auch die Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern bei hellem Sonnenschein in einer 8 Proc. Kohlensäure enthaltenden Luft beschleunigter als in gewöhnlicher Luft, dagegen bei großem Kohlensäurequantum verlangsamt, während in kohlensäurefreier Luft im Sonnenlichte gar keine Stärke in den Chlorophyllkörnern entsteht.

Chlorophyllbildung abhängig vom Gehalte der Luft an Kohlensäure.

Andere Lebenserscheinungen sind vom Kohlensäuregehalte der Luft wieder in anderer Weise abhängig. Nach Böhm[2]) wird die Bildung des Chlorophylls verlangsamt oder ganz gehindert, sobald die Luft nur wenige Procente Kohlensäure enthält.

Am empfindlichsten unter den Versuchspflanzen war Kresse, deren im Dunkeln entwickelten, also vergeilten Keimpflanzen in gewöhnlicher Atmosphäre im Lichte schon nach 10stündiger Beleuchtung intensiv grün werden, in einer Atmosphäre mit nur 2% Kohlensäure viel langsamer, bei Gegenwart von 20% gar nicht ergrünten. Aehnlich verhielt sich Sonnenrose. Viel resistenter ist Lein, dem sich Mohn ähnlich verhält; die vergeilten Keimlinge bekamen selbst in einer Atmosphäre mit 33% Kohlensäure noch einen schwach grünen Anflug, nicht mehr bei 50%. Getreidearten endlich zeigten selbst in einer zur Hälfte aus Kohlensäure bestehenden Atmosphäre noch Spuren einer Ergrünung. Auch bei längerem Verweilen in solcher Luft trat kein Fortschritt in der Chlorophyllbildung ein, die Pflanzen starben nach einigen Tagen. Vergeilte Keimpflänzchen, welche mehrere Tage hindurch in einer an Kohlensäure so reichen Luft eingeschlossen waren, daß sie im Licht nur unvollständig ergrünten, wurden in dauernder Weise krankhaft afficirt, indem dieselben dann in gewöhnlicher Luft nicht mehr sattgrün wurden, auch braune Flecken auf den Cotyledonen bekamen, und auch die Fähigkeit weiteren Wachsthums um so mehr verloren, je kohlensäurereicher die Luft war.

Keimung und Wachsthum abhängig vom Kohlensäuregehalt der Luft.

Auch die Keimung und das Wachsthum auf Kosten der Reservenährstoffe wird durch einen ungewöhnlichen Kohlensäurereichthum der Luft gehindert, wie schon Saussure erkannte und Böhm in seinen soeben citirten Untersuchungen genauer erforscht hat.

An Feuerbohnen, welche im Dunkeln in Luft von verschiedenem Kohlensäuregehalt ausgesäet worden waren, war die mittlere Wurzellänge nach 12 Tagen in gewöhnlicher Luft 13,6 Cm., in 2% kohlensäurehaltiger Luft 10,5 Cm., in 5% Kohlensäure 7,9 Cm., in 10% 4,6 Cm.; in Luft von 14% Kohlensäure an war die Radicula nur unbedeutend entwickelt, die Samen zum Theil verdorben. Eine ähnliche Abstufung zeigte sich in der mittleren Stengellänge bei 0, 2, 5 und 10% Kohlensäure. Wurden die Pflanzen in gewöhnliche Luft gesetzt, so nahmen dieselben, soweit sie nicht abgestorben waren, normales Wachsthum an.

Nach dem Vorstehenden würde also ein über das gewöhnliche Maaß gesteigerter Gehalt der Luft an Kohlensäure wenigstens für in der Entwickelung begriffene Pflanzen nachtheilig und (nicht über 8%) für die Assimilation förderlich sein.

---

[1]) Flora 1873, pag. 378.

[2]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 24. Juli 1873.

Wasserdampf. — Welken.

4. **Wasserdampf.** Bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden der Atmosphäre können sich an gewissen Lebenserscheinungen der Pflanzen nachtheilige oder vortheilhafte Einflüsse herausstellen. Es handelt sich hier um lauter solche Erscheinungen, die man auf die Abhängigkeit der Transpiration von dem Feuchtigkeitsgrade der Luft zurückführen muß. Es kann hier nur kurz an die in der Physiologie zu behandelnden Thatsachen erinnert werden, nach denen bei einer und derselben Pflanze die vorwiegend durch die Blätter stattfindende Verdunstung unter sonst gleichen Umständen um so stärker ist, je trockener die Luft, und gleich Null oder auf ein Minimum reducirt wird, wenn die Pflanze sich in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft befindet. Die in trockener Luft sehr gesteigerte Transpiration kann nun zunächst dadurch nachtheilig werden, daß dabei der Wasserverlust, den die Pflanzen erleiden, größer wird, als die Zufuhr von Wasser durch die Wurzeln in derselben Zeit, was sich mehr oder weniger bald durch **Welken** ankündigt. Hierbei spielt also der Wassergehalt des Bodens die Hauptrolle, indem diese Erscheinung ganz besonders auf trockenem Boden eintritt. Es ist daher hier auf das zu verweisen, was oben bei den Einflüssen des Wassermangels im Boden über das Welken gesagt ist; nur mag hervorgehoben werden, daß sogar bei genügender Feuchtigkeit des Bodens, bei günstiger Temperatur desselben und bei vollständiger Bewurzelung, besonders an stark transpirirenden Pflanzen, lediglich durch momentan große Trockenheit der Luft, zumal wenn starke Beleuchtung und hohe Temperatur zugleich mit auf die Erhöhung der Transpiration hinwirken, vorübergehendes Welken hervorgerufen werden kann, ein z. B. an Zimmer-Topfpflanzen, die von der Sonne beschienen werden, nicht seltenes Vorkommniß.

Einfluß des Feuchtigkeitsgrades auf Zellenstreckung.

Das Wachsthum, soweit es auf Zellenstreckung beruht, ist abhängig von dem Feuchtigkeitsgrade der Luft, in welchem der Pflanzentheil sich befindet, und zwar in der Weise, daß größere Luftfeuchtigkeit ein Längerwerden der Stengelglieder und der Blätter zur Folge hat, womit jedoch keine relative Vermehrung der Pflanzensubstanz, sondern eine relative Steigerung des Wasserreichthums verbunden ist.

Reinke[1]) fand an je 4 Keimpflanzen von Helianthus annuus, welche gleichmäßig in feuchter Erde und im Tageslichte sich entwickelten und nur dadurch sich unterschieden, daß die einen an freier Luft, die andern unter Glasglocke standen, nach 4 Tagen die Länge des hypokotylen Gliedes bei denen in trockener Luft 45, 50, 65, 67 Mm., bei denen in feuchter Luft 75, 77, 89, 100 Mm. lang, desgleichen auch die Cotyledonen und ersten Laubblätter unter der Glocke beträchlich breiter. Ebenso ist nach **Reinkes** Messungen an Datura[2]) die auf Volumenerweiterung der Zellen des Markes und der

[1]) Bot. Zeitg. 1876, pag. 138—139.

[2]) l. c. pag. 147—155.

Rinde beruhende Verdickung des Stengels ungefähr proportional dem Wassergehalt der Luft: erhöhte Feuchtigkeit bringt energischeres Dickewachsthum, erhebliches Sinken derselben eine geringere Zunahme und sogar ein Dünnerwerden des Stengels hervor. Aehnliche Resultate erhielt Sorauer[1]) bei vergleichenden Culturen von Gerste in trockener und feuchter Luft unter sonst gleichen Verhältnissen. In trockener Luft ist zwar die Zahl der Bestockungstriebe etwas größer als in feuchter Luft, aber die Halme sind kürzer, im Mittel 11,5 gegen 13,5 Cm. in feuchter Luft; die Blattscheiden sind ebenfalls in feuchter Luft länger, im Mittel 9,26 Cm. gegen 8,18 Cm. in trockener Luft; auch die Blattfläche wird im Feuchten etwas länger (17,9 gegen 17,7 Cm.) aber etwas schmäler (6,74 gegen 7,33 Mm.). Der größeren Längenentwicklung der oberirdischen Theile entsprach auch eine größere Länge der Wurzeln der in feuchter Luft gewachsenen Pflanzen, im Mittel 26,8 Cm. gegen 23,9 Cm. in trockener Luft. Die Zahl der Gefäßbündel war in den etwas schmäleren Blättern der Pflanzen der feuchten Luft etwas geringer, desgleichen diejenige der Epidermiszellen, nämlich in der ganzen Blattbreite im Mittel 233,4 in feuchter, gegen 260,5 in trockener Luft; auch die Breite der Epidermiszellen ein wenig geringer, 0,0248 Mm. in feuchter, gegen 0,0250 in trockener Luft. Dafür waren aber auch entsprechend der größeren Länge der Blätter der Feuchtigkeitspflanzen sowol die Epidermiszellen etwas länger, z. B. am obersten Blatt im Mittel 36,9 gegen 33,1 ($^1/_{500}$ Mm.), als auch die Spaltöffnungen, z. B. am obersten Blatt im Mittel 19,5 gegen 17,0 ($^1/_{500}$ Mm.). Das Trockengewicht der Stengel und Blätter der Feuchtigkeitspflanzen ist aber trotz des größeren Volumens geringer als das der Trockenheitspflanzen, 0,1243 gegen 0,1642; die feuchtere Luft producirt also wasserreichere oberirdische Organe. Eine Bestätigung für das Gesagte finden wir vielfältig in der auffallend stärkeren Verlängerung der Stengel und Förderung der Blattentwickelung der unter Glasglocken oder in den feuchten Glashäusern gezogenen Pflanzen gegenüber den in der trockeneren Luft des freien Landes oder der Zimmer sich entwickelnden. Die vorstehenden Thatsachen scheinen erklärlich durch die geringere Verdunstung von Wasser der in feuchter Luft befindlichen Pflanze bei reichlicher Wasserzufuhr, indem dadurch der Turgor der Zellen erhöht wird und dieser Druck auch ein stärkeres Wachsthum der Zellmembranen, also eine Erweiterung des Volumens der Zelle oder eine Verlängerung derselben zur Folge hat.

Aus den letzteren Angaben geht hervor, daß mit der durch feuchte Luft begünstigten Volumenentwickelung der Pflanzenorgane keine entsprechend erhöhte Production von Trockensubstanz Hand in Hand geht; die Organe sind scheinbar kräftiger, in Wahrheit aber nur wasserreicher und ärmer an wirklicher Pflanzensubstanz, daher auch minder fest und resistent als die in trockener Luft erwachsenen. Die verminderte Production mineralischer Bestandtheile, sowie organischer Pflanzenstoffe in Folge unterdrückter Transpiration hat Schlösing[2]) an Tabakpflanzen constatirt. Diejenigen deren Verdunstung gehemmt war, lieferten im Vergleich mit solchen, welche unter übrigens gleichen Umständen ungehindert transpirirten, weniger Mineralstoffe, weniger Nicotin, Klee-, Citronen-, Apfel-, Pectinsäure, Cellulose und Proteïnstoffe, dagegen viel Stärkemehl. Es scheint daraus hervorzugehen, daß die unterdrückte Tran-

---

[1]) Bot. Zeitg. 1878. Nr. 1 u. 2.

[2]) Compt. rend. T. 69, pag. 353, und Landw. Centralbl. 1870, I. pag. 143.

spiration eine Minderzufuhr mineralischer Bodennährstoffe zur Folge hat, aber nicht die Bildung von Stärkemehl aus Kohlensäure und Wasser in den Blättern verhindert, also auch nur die Production derjenigen Pflanzenstoffe beeinflußt, zu deren Erzeugung zugleich Bestandtheile der Bodennährstoffe erforderlich sind.

G. Gifte.

Begriff der Gifte. Allgemeine Symptome der Vergiftung.

Als Gifte für die Pflanzen muß man alle diejenigen zufällig im Boden oder in der Luft vorhandenen fremdartigen Stoffe bezeichnen, welche als solche direct einen nachtheiligen Einfluß auf das Pflanzenleben ausüben. Daß es deren eine große Anzahl geben muß, ist selbstverständlich, und die Frage, welche krankheiterregende Wirkung überhaupt Stoffe, mit denen die Pflanze in der Regel nicht in Berührung kommt, auf dieselbe ausüben, hat fast nur in Bezug auf diejenigen ein Interesse, welche oft im gewöhnlichen Leben ohne unsere Absicht als fremdartige Beimengungen in der Luft oder im Boden auftreten. Es handelt sich hier theils um gasförmige Stoffe theils um Flüssigkeiten, die zunächst immer mit der Oberfläche der Pflanze in Berührung kommen, sei es, daß sie den Wurzeln zur Aufsaugung zugeführt werden, sei es, daß sie die Blätter oder andere oberirdische Theile benetzen. Gewöhnlich tritt die Wirkung an dem unmittelbar mit dem giftigen Gase oder Flüssigkeit in Berührung gekommenen Theile auf, oder aber die Vergiftung erstreckt sich auch auf andere Organe, die nicht direkt mit dem schädlichen Stoffe in Berührung gekommen sind; letzteres besonders dann, wenn giftige Lösungen durch die Wurzeln aufgesogen worden sind. Die Symptome der Vergiftung zeigen in den meisten Fällen viel Gleichförmiges: Contraction des Protoplasma in den Zellen, Zerstörung etwa vorhandenen Chlorophylls, Erschlaffung der Zellmembranen, Bräunung des getödten Protoplasma und wol auch der Zellmembran und daher Entfärbung, Bräunung und Vertrocknung des ganzen Organes sind die häufigsten Erscheinungen.

Schweflige Säure. — Hütten- und Steinkohlenrauch.

1. Schweflige Säure. — Hütten- und Steinkohlenrauch. Wenn in der Nähe von Culturen industrielle Etablissements sich befinden, welche fortwährend große Mengen von Rauch produciren, der sich über die Pflanzen ausbreitet, so machen sich in mehr oder minder hohem Grade schädliche Einflüsse an den dem Rauche ausgesetzten Pflanzen bemerkbar. Diese Wirkungen können sich auf ziemliche Entfernungen erstrecken, wenn der Rauch in einer horizontalen Richtung sich auszubreiten vermag; besonders verheerend sind sie in Thälern, wenn die den Oefen entsteigenden Rauchsäulen an eine bewaldete Thalwand sich anlehnen. Es ist hauptsächlich durch Stöckhardt's[1]) und Schröder's[2]) Untersuchungen nach-

[1]) Chemischer Ackersmann 1863, pag. 255. — Tharander forstl. Jahrbuch. XXI. 1871. pag. 218 ff.

[2]) Landwirth. Versuchsstationen 1872, pag. 321 ff und 1873, pag. 447 ff.

gewiesen, daß das Wirksame hierbei die im Rauche enthaltene schweflige Säure ist. Ersterer zeigte, daß der Ruß, den man für den wahren Feind hielt, unschädlich ist, selbst dann, wenn die kleinen Kohlentheilchen als schwarzer Ueberzug auf den Blättern sich absetzen, daß es sich also nur um die gasförmigen Verbrennungsproducte handeln kann, welche der Rauch enthält. Unter diesen sind, nach des Genannten experimentellen Prüfungen die Dämpfe von Arsen, Zink und Blei, an die man beim Hüttenrauch denken könnte, in den Mengen, in welchen sie im Rauche vorkommen, ohne merkbaren schädlichen Einfluß. Dagegen ist die schweflige Säure, welche bei der Verbrennung schwefelhaltigen Feuerungsmaterials (besonders Steinkohlen) gebildet wird, für die Pflanzen eines der heftigsten Gifte, während die Verbrennungsprodukte schwefelfreier Steinkohlen nachgewiesener Maßen für die Pflanzen unschädlich sind.

Nach Stöckhardt ist für junge Fichten ein 60tägiger Aufenthalt in einer Luft, welche nur ein Milliontel ihres Volumens schweflige Säure enthält, tödtlich, für Rothbuche und Spitzahorn $^1/_{10000}$. Die ersten Zeichen der Erkrankung traten an Kartoffeln, Klee, Hafer und verschiedenen Gräsern unter Welkwerden und Bräunung ein, wenn dieselben zweimal der 2stündigen Einwirkung einer Luft mit $^1/_{40000}$ Volumentheil jenes Gases, ebenso wenn sie 15 bis 20 mal einer Luft mit $^1/_{60000}$ schwefliger Säure ausgesetzt wurden. Genaueres über die Wirkung des Gases ist durch Schröder's Untersuchungen ermittelt worden, welche folgende Resultate ergeben haben. Die schweflige Säure wird von den Blattorganen der Laub- wie der Nadelhölzer aufgenommen und zum größeren Theile hier fixirt; zum geringeren dringt sie in die Blattstiele und Zweige ein. Diese Aufnahme durch die Pflanze konnte noch in einer Luft, welche $^1/_{5000}$ ihres Volumens an schwefliger Säure enthielt, nachgewiesen werden. Die Symptome der Vergiftung bestehen im Allgemeinen in Welkwerden, mehr oder weniger Bräunung und endlichem Absterben der Blätter. Die Ursache des schädlichen Einflusses kann wenigstens zum Theil in der Benachtheiligung der Transpiration und Stockung der normalen Wassercirculation gesucht werden. Denn es wurde nachgewiesen, daß die von schwefliger Säure getroffenen Pflanzen die Fähigkeit, normal zu transpiriren, verloren und daß die Störung der Wasserverdunstung um so größer war, je größere Mengen schwefliger Säure einwirkten. Bei Spitzahorn und Rothbuche wurde, wenn die Blätter reichliche Wasserzufuhr erhielten, eine eigenthümliche Nervaturzeichnung der Blätter beobachtet, indem das Mesophyll der unmittelbaren Umgebung der Nerven hellgrün wurde und sich von dem übrigen dunkleren Blattgewebe sehr deutlich abhob, was sich daraus erklärte, daß die den Nerven anliegenden Theile sich übermäßig mit Wasser füllen, die den Nerven weiter abliegenden aber kein Wasser aufzunehmen vermögen. Das Gas wird von den Blättern nicht durch die Spaltöffnungen, sondern gleichmäßig durch die ganze Blattfläche aufgenommen und sogar von der Oberseite in ebenso großen Mengen wie von der spaltöffnungsreichen Unterseite. Aber dieselbe Menge schwefliger Säure, welche von der Unterseite eines Laubblattes absorbirt wird, desorganisirt das ganze Blatt in höherem Grade, als wenn die gleiche Aufnahme durch die obere Fläche erfolgt, was sich in Verbindung mit dem oben Gesagten daraus erklärt, daß diese Fläche vorherrschend diejenige ist, durch

welche die Transpiration stattfindet. Unter sonst gleichen Verhältnissen absorbirt die gleiche Blattfläche eines Nadelholzes weniger schweflige Säure aus der Luft als die eines Laubholzes. Dem entspricht auch, daß ein Nadelholz bei gleicher Menge schwefliger Säure noch nicht sichtbar alterirt wird, wo sich eine deutliche Einwirkung bei einem Laubholz bereits zeigt. Trotzdem leiden in den Rauchgegenden die Nadelhölzer mehr als die Laubhölzer, weil sie wegen der längeren Dauer der Nadeln auch der schädlichen Einwirkung länger preisgegeben sind und weil bei ihnen die Fähigkeit einen einmal erlittenen Schaden durch Reproduction der Belaubung wieder auszugleichen, eine verhältnißmäßig geringere ist. Darnach würden die widerstandsfähigsten Holzarten diejenigen sein, welche mit geringer Empfindlichkeit ihrer Blattorgane eine große Reproductionsfähigkeit vereinigen. Licht befördert die schädliche Einwirkung der schwefligen Säure, während Abwesenheit von Licht die Pflanzen zum Theil schützt. Auch Wasser, welches sich auf den Blättern befindet, unterstützt die Schädigung; Trockenheit der Blätter schützt dieselben zum Theil. Damit steht die Erfahrung im Einklange, daß die Rauchschäden bei starkem Thau, während des Regens und unmittelbar nachher größer sind als ohne diese Niederschläge. Da die schweflige Säure bei Gegenwart von Wasser sich leicht zu Schwefelsäure oxydirt, so ist auch die Wirkung der letzteren auf die Blattorgane von Schröder geprüft worden. Dieselbe hat ebenfalls einen schädlichen Einfluß und bringt ähnliche Erscheinungen hervor, wie jene. Wirken äquivalente Mengen von Schwefelsäure und schwefliger Säure auf die Blätter, so wird der Schwefelsäuregehalt der Trockensubstanz bei Nadeln und Blättern durch beide fast in gleicher Weise erhöht. Die Giftwirkungen der schwefligen Säure sind dabei aber viel intensiver als diejenigen, welche durch die Schwefelsäure hervorgebracht werden, wonach zu vermuthen ist, daß die Vergiftung durch schweflige Säure auf die chemischen Eigenschaften dieses Gases selbst, nicht oder nur zum Theil darauf zurückgeführt werden muß, daß die in die Blätter eingedrungene schweflige Säure dort zur Bildung eines schädlichen Uebermaßes von Schwefelsäure Veranlassung giebt.

Leuchtgas.

2. **Leuchtgas.** Wenn aus den Röhren von Gasleitungen Leuchtgas in den Boden ausströmt, so können dadurch in der Nähe stehende Pflanzen, also besonders Bäume in Alleen und Promenaden, wo Gaslaternen angebracht sind, beschädigt werden. Kny[1]) hat dies zuerst durch Versuche nachgewiesen: er sah Holzflanzen, in deren Nähe im Boden eine Röhrenleitung gelegt war, aus welcher man fortwährend Leuchtgas ausströmen ließ, eingehen und zwar unter Welk- und Gelbwerden der Blätter.

Bei diesen Versuchen betrug vom Juli an der tägliche Zufluß 380, beziehendlich 418,5 Cubikfuß, und im September zeigte sich der Anfang des Welkwerdens bei Evonymus europaea, Ahorn, Ulme und Linde. Ziemlich derselbe Erfolg wurde an einer Linde erzielt, zu welcher täglich nur 52,5 Cubikfuß Gas strömte. Im nächsten Frühjahre ließen die Pflanzen mit Ausnahme der Linden kein Lebenszeichen mehr erkennen; ihr Holz war dürr, der Cambiumring vertrocknet. Die Linden belaubten sich zwar wieder, zeigten aber ebenfalls das Cambium schon vertrocknet. Aehnliche Resultate hat Böhm[2]) erhalten. Steck-

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 20. Juni 1871.
[2]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 16. Oct. 1873.

linge von Bruchweide, welche in Wasser gesetzt wurden, in welches Leuchtgas einströmte, trieben nur kurze Wurzeln und starben in den Knospen bald nach Entfaltung derselben ab, während die Zweige bis nach Aufzehrung der Reservenährstoffe, nämlich bis nach 3 Monaten frisch blieben; die Stärke war verschwunden, in den Gefäßen des Holzes hatten sich Thyllen gebildet, welche sie für Luft unwegsam machten. Auch Topfpflanzen von Fuchsia fulgens und Salvia splendens, in deren Erde Leuchtgas (25 bis 30 Gasblasen in der Minute) geleitet wurde, starben zum Theil in 4 Monaten. Erde, welche in Folge sehr langer Durchleitung von Leuchtgas mit solchem imprägnirt ist, wirkt giftig, auch wenn keine weitere Zuleitung erfolgt; die Keimwurzeln der in solche Erde ausgesäeten Samen von Cucurbita, Brassica oleracea, Helianthus annuus, Lepidium sativum, Vicia faba und Mais blieben sehr kurz und verfaulten bald, und eine hineingesetzte Dracaena zeigte nach 10 Tagen die Blätter vertrocknet und die Wurzeln abgestorben. An diesem Resultate wurde selbst dann nichts geändert, wenn durch solche Erde täglich 28—29 Liter atmosphärische Luft gesaugt wurden. Ueber die Wirkungskraft des Leuchtgases sind noch weitere Versuche von Späth und Meyer[1]) angestellt worden, welche ergeben, daß Platanen, Silberpappeln, Robinien, Ahorn, Roßkastanien etc. mit Ausnahme der Linden, deren Knospen aber gleichwol später nicht austrieben, nach $4^1/_2$ Monaten getödtet waren, wenn täglich 0,772 Cbk.-M. Gas auf eine Fläche von 14,19 Qdr.-M. geleitet wurden, daß sogar ganz geringe Mengen, wie 0,0154 bis 0,0185 Cbk.-M. täglich auf 14,19 Qdr.-M., die selbst durch den Geruch nicht mehr wahrgenommen werden, schädlich sind, und daß zur Zeit der Winterruhe die Zufuhr von Leuchtgas weniger schadet als während der Zeit des Wachsthums. Welchen der zahlreichen Bestandtheile des Leuchtgases die giftige Wirkung zuzuschreiben ist, weiß man nicht, wahrscheinlich sind sie unter den verschiedenen schweren Kohlenwasserstoffen und den Verunreinigungen zu suchen. Offenbar handelt es sich um eine direct giftige Wirkung Kny fand die fingerdicken Wurzeln der dem Leuchtgas ausgesetzten Linden eigenthümlich blau gefärbt und die Färbung auf dem Querschnitt von der Mitte gegen die Peripherie hin fortschreitend, was dafür zu sprechen scheint, daß das Gas mit den Nährstofflösungen am fortwachsenden Wurzelende, nicht an der Rinde der älteren Wurzeln eingedrungen war. Daß das häufige Absterben der Alleebäume in großen Städten mit durch das Leuchtgas verursacht wird, ist hiernach nicht zu bezweifeln. Böhm räth daher zu dem schon anderweit vorgeschlagenen Mittel, die Gasleitungsröhren in ziemlich weite, mit Abzügen in die Laternenpfähle versehene glasirte Thonröhren oder Eisenröhren einzulegen.

Nach Lackner[2]) soll auch der Aufenthalt in einem Zimmer, in welchem Leuchtgas verbrannt wird, für gewisse Pflanzen, besonders Camellien, Azaleen und Epheu sehr schädlich sein, während Palmen, Dracänen und andere Pflanzen darin nicht leiden. Es wäre festzustellen, ob es sich hierbei um eine Vergiftung durch unverbranntes Leuchtgas oder durch halbverbrannte Kohlenwasserstoffe oder durch die Bereicherung an Kohlensäure handelt, welche beim Brennen von Leuchtgas größer als bei jedem anderen Be-

---

[1]) Landwirthsch. Versuchsstationen 1873. pag. 336.

[2]) Monatsschr. d. Ver. z. Beförd. d. Gartenbaues in d. Kgl. Preuß. Staaten. 1873, pag. 22.

leuchtungsmaterial ist (nach Zoch[1]) erzeugt ein mehrstündiges Brennen einer einzigen Gasflamme in einem mittelgroßen Wohnraume 3 Promille Kohlensäure).

Andere giftige Gase.

3. Verschiedene andere giftige Gase. Es giebt noch eine Anzahl anderer Gase, welche für das Pflanzenleben direct schädlich wirken. Zu diesen darf man selbstverständlich diejenigen nicht rechnen, welche die Pflanzen nicht direct angreifen, sondern wo nur der Mangel an Sauerstoff die Ursache des Absterbens ist, welches eintritt, wenn die Pflanzen in eine nur oder größtentheils aus dem betreffenden Gase bestehende Luft gebracht werden. Als solche indifferente (nicht giftige) Gase sind schon von Saussure das Stickstoffgas, Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas erkannt worden. Zu diesen gehört auch nach Borscow[2]) das Stickstoffoxydul (Lustgas), welches in reinem Zustande eine direct schädliche Wirkung nicht zeigt. Als wirklich giftige Gase, d. h. solche, welche direct durch ihre chemische Wirkung die Pflanze afficiren und tödten, sind aber außer den unter 1 und 2 genannten noch folgende zu betrachten. Das Stickstoffoxyd wirkt nach Borscow's eben citirten Mittheilungen, wenn es dem Stickstoffoxydul beigemengt ist, tödtlich unter Resorption des Stärkemehls und Desorganisation des Chlorophylls (Phaseolus und Urtica urens). Von der schädlichen Wirkung der Kohlensäure ist oben bei den normalen Bestandtheilen der Atmosphäre die Rede gewesen. Bei allen Gasen von kräftiger chemischer Action ist die verderbliche Wirkung auf die Pflanzen mehr oder weniger selbstverständlich. Die tödtliche und energisch bleichende Wirkung des Chlor's ist bekannt. Die Giftwirkungen des Schwefelwasserstoff's und Schwefelkohlenstoff's hat Morren[3]) untersucht; der erstere äußert seinen schädlichen Einfluß schon in einer Beimischung von $^1/_{1200}$ des Luftvolumens; er färbt das Blatt gänzlich olivengelb; der Schwefelkohlenstoff aber scheint die Blätter auszutrocknen, ohne ihre grüne Farbe wesentlich zu ändern. Hier ist auch die Einwirkung der vulkanischen Exhalationen zu erwähnen, welche bei einem Ausbruch auf der Insel Santorin beobachtet worden ist[4]). Die Verheerungen an den Pflanzen zeigten sich in großer Ausdehnung, am meisten an den höheren Punkten der Insel, in geringerem Grade an den niedrigeren Orten. Die Affectionen waren je nach Arten verschieden: manche Pflanzen (z. B. Asphodelus ramosus) waren ganz verwelkt und getödtet; andere hatten schwarze Flecken

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 1867, pag. 117.

[2]) Mélanges biolog. d. Bull. de l'acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg. T. VI. pag. 451.

[3]) Recherches expérimentales pour déterm. l'infl. de certains gaz. industr. etc. London 1866, citirt bei Sorauer, Pflanzenkrankheiten pag. 150.

[4]) Vergl. Flora 1866. Nr. 24.

auf den Blättern, theils oberflächlich, theils in der ganzen Dicke des Blattes; wieder andere zeigten weiße durchsichtige Flecken mit gelblichem Hofe. Welches die wirksamen Bestandtheile der vulkanischen Aushauchungen hierbei sind, ist nicht sicher ermittelt. Letztere bestehen aus Wasserdampf, Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure, Schwefel, Kohlensäure, Salzsäure, Borsäure, also meist Stoffen, deren schädliche Wirkung erwiesen ist. Doch scheint unter diesen der freien Salzsäure das meiste zugeschrieben werden zu müssen; wenigstens sollen bei denjenigen Ausbrüchen, wo diese Säure nur in geringer Menge, dagegen viel schweflige Säure u. dergl. vorkam, keine solchen Verheerungen stattgefunden haben. — Dämpfe ätherischer Oele tödten die Pflanzen, oft nachdem sie braune Flecken auf den Blättern hervorgebracht haben. Ebenso wirken Blausäuredämpfe rapid tödtlich auf die davon berührten Pflanzentheile; die blauen violetten und rothen Blütenfarben ändern sich meist in weiß oder bräunlich, die weißen und gelben meist nicht; reizbare und periodisch bewegliche Theile werden starr. Auch von sich verflüchtigenden Theerprodukten hat man schädliche Wirkungen auf Pflanzen beobachtet; so in Glashäusern, wo Steinkohlentheer zum Anstrich für das Holzwerk benutzt worden war[1]). Dagegen handelt es sich wohl nicht um eine eigentliche pathologische Einwirkung bei der von Huston[2]) mitgetheilten Erfahrung, daß durch den Rauch von Kalköfen und zwar durch die in demselben enthaltenen empyreumatischen Bestandtheile die angeräucherten Trauben und selbst der aus solchen Trauben bereitete Wein einen unangenehmen Geruch und Geschmack nach Rauch annehmen.

Giftige Flüssigkeiten und Lösungen.

4. Giftige Flüssigkeiten und Lösungen giftiger Substanzen. Es kommt hier weniger darauf an, die zahllosen chemischen Verbindungen aufzuzählen, welche wenn sie in tropfbarflüssiger Form den Pflanzen, besonders den Wurzeln verabreicht werden, direct schädliche Wirkungen auf dieselben ausüben, als vielmehr darauf, zu ermitteln, welchen chemischen Klassen von Stoffen im Allgemeinen diese Gifte angehören, und von welcher Art die Wirkung derselben auf den pflanzlichen Organismus ist. Gelegenheit zu Vergiftungen der Pflanzen durch schädliche Bestandtheile, welche zufällig im Boden oder in dem zugeführten Wasser enthalten sind, ist oft genug gegeben; so z. B. wenn zum Düngen eine große Menge von Aetzkalk oder Asche und ähnliche Abfälle verwendet werden, in welchen stark alkalische oder sonst giftig wirkende Verbindungen enthalten sind, oder wenn an Orten, wo dergleichen Stoffe abgelagert worden sind oder gelegen haben, Pflanzen aufgekeimt sind; ferner wenn Abflüsse aus chemischen Fabriken u. dergl. mit den Pflanzen in Berührung kommen. Auch bei den zu physiologischen

---

[1]) Gard. Chron. 1876. I. pag. 532.

[2]) Compt. rend. 1876. I. pag. 1218.

Zwecken angestellten Wasserkulturen kann durch die Veränderung, welche die Pflanze selbst an der Mischung der Nährstoffe in solchen Lösungen hervorbringt, eine schädliche Zusammensetzung eintreten, namentlich wenn eine solche Lösung alkalisch wird, dadurch daß die Pflanze eine Säure in größerer Menge aufnimmt und die Base, an Kohlensäure gebunden, also als alkalisches Salz zurückläßt, oder wenn umgekehrt die Lösung stark sauer wird, was z. B. eintreten kann, wenn der Stickstoff in Form von Salmiak dargeboten wird, weil von diesem hauptsächlich das Ammoniak assimilirt, die Salzsäure zurückgelassen wird. Die Vegetation zeigt dann diejenigen krankhaften Symptome, wie sie unten für die einzelnen Gifte angegeben sind. Aber es läßt sich bei solchen Vorkommnissen, besonders in der freien Natur, oft nicht derjenige Stoff mit Bestimmtheit angeben, welchem die schädliche Wirkung zuzuschreiben ist. Man muß sich daher an das halten, was bis jetzt über die Wirkung bestimmter einzelner Stoffe experimentell festgestellt ist. Hier gilt es, die letzteren nach der Art ihrer Wirkung zu unterscheiden. Wir wissen, daß viele neutrale Verbindungen, z. B. Salze, Zucker u. dergl., wenn sie in einigermaßen concentrirter Lösung mit Pflanzenzellen in Berührung kommen, wasserentziehend auf dieselben wirken, in Folge dessen das Protoplasma von den Wandungen der Zelle zurückweicht und sich mehr oder weniger zusammenzieht. Dauert diese Einwirkung nicht über eine gewisse Zeit, so tritt der alte Zustand wieder ein, wenn die Zelle in verdünntere Lösung oder reines Wasser gebracht wird, und dieselbe bleibt am Leben. Wird aber jene Zeitdauer überschritten, so übersteht das Protoplasma den Wasserverlust nicht; es nimmt seine ursprüngliche Beschaffenheit nicht wieder an, und die Zelle geht in einen desorganisirten Zustand über. In Uebereinstimmung damit steht das, was bereits oben über die schädliche Wirkung hoher Concentrationsgrade gesagt worden ist, besonders daß Pflanzen, die man in wässerigen Lösungen der Nährstoffe cultivirt, im Allgemeinen keine viel höhere Concentration als eine $1/2$ procentige ertragen. Es handelt sich hier um Stoffe, welche an und für sich keinen tödtlichen Einfluß auf die Pflanzenzelle ausüben, sondern nur in Folge der Concentration wasserentziehend auf das Protoplasma einwirken. Wir können diese Action an den Pflanzen nicht wol als eine Giftwirkung betrachten. Anders erhält sich eine große Anzahl von Stoffen, welche überhaupt durch ihre kräftige chemische Wirksamkeit ausgezeichnet sind. Freies Alkali, freie Säuren, ferner die wegen ihrer Wirkung auf den thierischen Organismus theils als Narcotica theils als Reizmittel bezeichneten, als Blausäure, Strychnin, Morphium etc., Kampfer, ätherischöliges Wasser, Terpenthinöl, Aether, Alcohol etc., zeigen alle in ihrer Wirkung meistens das Gemeinsame, daß das Protoplasma der Zellen durch sie ebenfalls contrahirt und mehr oder weniger gebräunt wird, daß jedoch darnach auch bei sofortigem

Wiedereinsetzen in Wasser nicht wieder der normale Zustand, sondern stets der Tod der Zelle eintritt, wie Conwentz[1]) betreffs der meisten der genannten Stoffe an Cladophorazellen beobachtet hat. Wir haben also hier Stoffe vor uns, welche durch ihre chemischen Eigenschaften selbst auf das Protoplasma eine lebenvernichtende Wirkung ausüben; doch ist uns über die Art dieser Vergiftung etwas näheres nicht bekannt. Nur bezüglich des Kampfers und anderer animalischer Reizmittel bestanden zum Theil entgegengesetzte Meinungen, welche diesen Stoffen auch für die Pflanzen die Eigenschaft eines Stimulans beilegten, besonders gestützt auf die Wahrnehmung, die man gemacht haben wollte, daß welke Pflanzen in Kampferwasser gesetzt, sich leicht wieder erholen. Göppert[2]) und besonders Conwentz[3]) haben dies widerlegt. Letzterer zeigte, daß diejenigen der oben genannten giftigen Flüssigkeiten, welche kein Wasser enthalten, wie Terpenthinöl und Aether, augenblicklich tödtlich wirken; aus wässerigen Lösungen giftiger Stoffe dagegen vermag das Protoplasma anfangs Wasser aufzunehmen, und die Vegetabilien befinden sich eine Zeit lang völlig frisch und gesund; erst später nehmen sie das Gift auf, und damit tritt die tödtliche Wirkung ein. An Algenfäden wurde durch Einlegen in eine 10-procentige Lösung von salpetersaurem Kali die oben erwähnte an sich nicht tödtliche Contraction des Protoplasma hervorgerufen, darauf wurden sie abgetrocknet und in Kampferwasser gebracht; das Protoplasma dehnte sich wieder völlig aus und behielt 1—2 Stunden hindurch sein frisches Aussehen, dann erst machte sich die tödtliche Wirkung des Kampfers durch Contraction des Protoplasma geltend. Ganz ähnliche Einwirkungen waren mit den anderen genannten Giften in wässerigen Lösungen zu beobachten.

Von den anscheinenden Vergiftungen, die man beobachtet hat bei den zahlreichen Keimungs- und Vegetationsversuchen, welche in allerhand Flüssigkeiten angestellt worden sind und welche bei Decandolle[4]) erwähnt werden, müssen ohne Zweifel zunächst viele auf die im Vorstehenden berührte wasserentziehende Wirkung eines an sich nicht giftigen Stoffes bei zu großer Concentration zurückgeführt werden; jedenfalls gilt dies von den als pflanzliche Nährstoffe dienenden und verwandten Salzen. Daß Pflanzen, die man mit den Wurzeln in fettes Oel u. dergl. setzt, zu Grunde gehen müssen, weil sie darin kein Wasser finden, bedurfte keiner Versuche. Außer den durch die obigen Conwentz'schen Beobachtungen an den einzelnen Zellen als wahre Gifte erkannten Stoffen sind Vegetationsversuche auch noch

[1]) Bot. Zeitg. 1874, Nr. 26 u. 27.

[2]) Einwirkung des Kampfers auf die Vegetation. Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gartenbaues. Berlin 1829. — De acidi hydrocyanici in plantas commentatio. Breslau 1827. pag. 45.

[3]) l. c. No. 27.

[4]) Physiologie végétale III. pag. 1324 ff.

mit vielen anderen chemischen Verbindungen angestellt worden, bezüglich deren wir aber noch gar keine genügende Vorstellung darüber haben, ob sie nur in Folge der Wasserentziehung wegen zu großer Concentration oder als wahre Gifte in jenem Sinne beschädigend wirken und worin in diesem Falle ihre Wirkung besteht. Die Erscheinungen, welche beim Einsetzen von Pflanzen in solche Lösungen oder beim Begießen mit denselben eintreten, waren bei allen Stoffen im Großen und Ganzen ziemlich von gleicher Art: Unterbleiben der Keimung der Samen, Welkwerden und Absterben der entwickelten Pflanzen, oft unter Gelb- oder Braunfärbung der grünen Blätter, eigenthümlichen Farbenänderungen der Blüten und Starrwerden der reizbaren und periodisch beweglichen Organe. Meistens sind auch die angewandten Stoffe nach dem Versuche in den getödteten Pflanzen selbst gefunden worden.

Beobachtete Wirkungen der einzelnen Gifte.

Nach den bei Decandolle und Anderen angeführten Beobachtungen bringt Arsen, wenn es von den Wurzeln aufgesogen wird, bei Bohnen und anderen Kräutern eine Veränderung der grünen Farbe in Gelb oder Braun, die sich zuerst an den Blattnerven und dem diesen benachbarten Mesophyll zeigt, und ein Welkwerden der Blätter, sowie eine Umwandlung der Blütenfarben in Braun, Gelb oder Weiß, bei Campanula persicifolia in Grün hervor[1]). Auch Fichten, denen man im Boden $^1/_{1000}$ arsenige Säure gegeben hatte, erkrankten nach einigen Jahren unter Vertrockenen des Gipfeltriebes und Gelbgrünwerden und allmählichem Vertrockenen der Nadeln von ihrer Spitze aus, wobei sich im Stamm und in den Nadeln nur Spuren, in den Zweigen 0,0010% der Trockensubstanz arsenige Säure vorfand[2]). Quecksilberchlorid tödtete Bohnen unter Verwelken und Dürrwerden der Blätter und Gelbfärbung des Stengels, Rosen unter Auftreten brauner Streifen längs der Blattnerven, die sich allmählich verbreiterten. Kupfersalze tödten entwickelte Pflanzen, die mit einer Lösung solcher begossen worden. Von Kupfervitriol, welches als Samenbeize angewendet wird, ist es bekannt, daß es die Sporen der Brandpilze tödtet. Aber auch Getreidekörner können in einer Lösung dieses Salzes nicht keimen, und das letztere ist ihnen überhaupt nur dann unschädlich, wenn das ungekeimte und ungequellte Korn nicht über eine gewisse Dauer der Einwirkung des Vitriols ausgesetzt wird. Während bekanntlich durch eine 16stündige Beize in $^1/_2$-procentiger Kupfervitriollösung die Keimfähigkeit ungequellter Weizenkörner nicht beeinträchtigt wird, keimen nach Kudelka's[3]) Untersuchungen von angequellten Körnern, nach gleicher Behandlung, im Keimapparat 66% gegen 74% solcher, die nur mit Wasser behandelt waren, in Erde 3 Cm. tief sogar nur 24% gegen 54% nicht mit Vitriol gebeizter; schon ein zweistündiges Einweichen vorher gequellter Körner hat eine Schwächung der Keimkraft zur Folge; das Procent der keimungsunfähigen Körner ist größer bei stark gequelltem, kleiner bei schwach gequelltem Weizen. Auch hat man die Erfahrung gemacht, daß mit Maschinen gedroschenes Getreide, wegen der

---

1) Decandolle, l. c. pag. 1328.

2) Klien, Chemischer Ackersmann 1875; citirt in Just, bot. Jahresber. f. 1876. pag. 1241.

3) Referat in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 880.

kleinen Verletzungen, die dabei oft das Korn erleidet, dem schädlichen Einfluß des Kupfervitriols etwas leichter erliegt. Eisenvitriol wirkt, wie schon oben beim Eisen als Nährstoff angedeutet, nachtheilig, vermuthlich, weil es leicht in Schwefelmetall übergeht. Neßler[1]) fand es schon in 0,05% Lösung nachtheilig für die Keimung sowol wie für das Wachsthum. Bleizucker, Zinnchlorid, salpetersaures Silberoxyd hat man ebenfalls unter Welkwerden der Blätter tödtlich auf die Pflanzen einwirken sehen, wenn Lösungen dieser Stoffe den Wurzeln verabreicht wurden. Doch konnte Klien (l. c.) an einer Fichte, in deren Boden 1/1000 Bleioxyd enthalten war und die eine geringe Menge davon in die Zweige aufgenommen hatte, keine üblen Folgen bemerken. Lithiumsalze bringen, wenn Pflanzen in Nährstofflösungen, denen ein solches zugesetzt worden ist, cultivirt werden, nach Nobbe[2]) intensive Symptome acuter Vergiftung hervor. Bei Buchweizen zeigten sich dieselben schon bei der Keimung: ohne daß die geringste meßbare Assimilation stattgefunden hatte, trat frühzeitiger Tod ein, wobei auf den Blattflächen und deren Rändern fahle, später eintrocknende Flecken sich zeigten, ähnlich denen, welche schweflige Säure in Tröpfchen auf den Blättern hervorbringt. Alkalische Lösungen, also freies Kali, Natron, Aetzkalk, Ammoniak, desgleichen kohlensaures Kali und Natron (nach Ebermayer[3]) schon eine verdünnte Sodalösung von 1,01 sp. Gew.), kohlensaures Ammoniak haben schon in sehr verdünnten Lösungen Erkrankung der Wurzeln, Gelb- und Braunwerden der Blätter und Absterben zur Folge. Freie Säuern sind in einigermaßen größerer Menge immer den Pflanzen nachtheilig, wiewol eine mäßig saure Reaction der Nährstofflösung im Gegensatz zu der schädlichen Wirkung, die schon eine geringe Alkalinität hat, der Pflanze zuträglich ist. Schwefelmetalle wirken ähnlich wie Schwefelkohlenstoff wegen ihrer reducirenden Wirkung verderblich. Die Chlormetalle sind in verdünnten Lösungen jedenfalls unschädlich, ja zum Theil sogar vortheilhaft, wie oben in den Kapiteln über Chlor und über Kalium bereits hervorgehoben wurde. Aber in einigermaßen erheblicher Menge scheinen sie für die meisten Pflanzen nachtheilig zu sein, vielleicht mit Ausnahme des Chlorkalium. Wenigstens ist vom Chlorcalcium und Chlormagnesium diese schädliche Wirkung bekannt. Mit einer gewissen Beschränkung ist auch das Chlornatrium hier anzuschließen. Unschädlich scheint nämlich sogar eine concentrirte Kochsalzlösung den eigentlichen Salzpflanzen zu sein, an deren Standort der Boden oft von auskrystallisirtem Kochsalz überzogen ist. Batalin[4]) hat dies bestätigt, indem er Salsola-Arten cultivirte unter Begießen mit fast gesättigter Kochsalzlösung. Bei Nicht-Salzpflanzen wirkt Kochsalz nach Neßler[1]) entschieden schädlich auf Keimung und Wachsthum. Auf Raps-, Klee- und Hanfsamen zeigte sich die nachtheilige Wirkung schon bei einer Concentration von 0,5%, auf Weizen bei 1%. Eine concentrirte Lösung auf Blätter äußerlich aufgetropft hat eine intensiv schädliche Wirkung. Ich brachte solche Tropfen auf junge Blätter von Acer platanoides und erwachsene Blätter von Primula officinalis; nach einer Stunde hatten die betropften Stellen ein mißfarbiges, durchscheinendes, welkes Aussehen bekommen; sie waren getödtet. Später, als die Versuchsblätter des Ahorn erwachsen waren, zeigten sie immer noch die getödteten

---

[1]) Centralbl. f. Agriculturchemie, 1877. II., pag. 125.
[2]) Landw. Versuchsstat. XIII. 1871, pag. 374.
[3]) Centralbl. f. Agriculturchemie 1877. II. pag. 318.
[4]) Regels Gartenflora, 1876, pag. 136.

Stellen, um die sich die Blattmasse faltig zusammengezogen hatte, weil diese todten Partien das Flächenwachsthum der umgebenden Theile der Lamina hinderten. Auf erwachsene Ahornblätter getupft, hinterließ dagegen dieselbe Kochsalzlösung keine wahrnehmbare Schädigung. Ebenso brachte eine concentrirte Salpeterlösung weder auf jungen noch alten Blättern von Acer platanoides, Primula, Sempervivum, Gräsern eine nachtheilige Wirkung hervor. Bromkalium wird nach Knop[1]) in kleinen Mengen von den Pflanzen ertragen; dieselben entwickeln sich darin theils ziemlich normal, theils indem sie ein krankes Ansehen annehmen, klein und dürftig bleiben; in Jodkalium aber litten die Pflanzen mehr, weil das Salz sich leicht zersetzt unter Ausscheidung von Jod, sie blieben kümmerlich und waren nach wenig Wochen abgestorben. Borsäure in Form von borsaurem Kali in sehr verdünnter Lösung mit den Wurzeln von Bohnen in Berührung gebracht, hat ein Gelbwerden der Blätter und endlich Eingehen der Pflanzen zur Folge.[2]) Blausäure und alle Cyanverbindungen[3]) durch die Wurzeln aufgenommen wirken giftig. Blausäure verhindert die Keimung vollständig; wird sie von vegetirenden Pflanzen aufgenommen, so ändern diese oft ihre Farbe in Gelb oder Braun, Stengel und Blattstiele werden schlaff und die Pflanze geht in ein bis drei Tagen zu Grunde; man findet nach Göppert in solchen Pflanzen Blausäure in den Gefäßen des Holzes, die dadurch gebräunt sind, und die Parenchymzellen nicht mehr turgescent. Von der Wirkung der Blausäure in Dampfform ist oben bereits die Rede gewesen. Blutlaugensalz weicht nach Knop (l. c.) von der Wirkung anderer Gifte auffallend ab; es konnte zwar das der Pflanze zum Ergrünen nöthige Eisen liefern, aber in allen Nährstofflösungen, denen dieses Salz in kleinen Mengen zugesetzt worden war, gleichgültig ob daneben noch phosphorsaures Eisenoxyd vorhanden war oder nicht, blieben Maispflanzen auf dem erlangten Punkte des Wachsthums stehen und kamen keinen Schritt weiter, welche Höhe sie auch vor dem Zusatz des Giftes (1 bis 8 Dcm.) hatten, blieben aber gleichwol bis zum Herbst am Leben, wo sie ihr natürliches Ende erreichten. Bei stärkeren Gaben machte sich der schädliche Einfluß insofern geltend, als die Blätter vorzeitig, die unteren zuerst und darauf die oberen anfingen von den Spitzen an zu vertrocknen und einen rostfarbenen Ton anzunehmen, ohne vorher sonstige Krankheitserscheinungen erkennen zu lassen. Unzersetzt wurde übrigens das Blutlaugensalz von der unverletzten Pflanze nicht aufgenommen, wie schon der Niederschlag von Berlinerblau auf den Wurzeln bewies; nur in der Nähe kleiner Wundstellen der Wurzeln ließ es sich im Gewebe als solches nachweisen. Die vegetabilischen Alkaloïde, von denen besonders Morfium, Strychnin, 2c. geprüft worden sind, hatten ein rasches Welkwerden und Absterben der Pflanzen, die man in Lösungen derselben setzte, zur Folge. Freie Oxalsäure tödtet ebenfalls die in ihre Lösung gesetzten Pflanzen rasch. Vom Chinin und von den scharfen Stoffen der Cruciferen ist dasselbe beobachtet worden. Carbolsäure wirkt nach Neßler[4]) tödtlich auf Keimpflanzen, wenn sie mit Wasser begossen werden, welches 0,5 oder 0,35 Gr. davon auf 100 Cm. Wasser enthält. Gleiches geschieht in Erde, in welcher mehr

---

[1]) Berichte d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 6. Febr. 1869.

[2]) Peligot, Compt. rend. 1876. T. 83. pag. 686 ff.

[3]) Vergl. besonders Göppert, De acidi hydrocyanici vi in plantas. Breslau 1827.

[4]) Centralbl. f. Agriculturchemie 1877, pag. 188.

als 0,1 Gr. Carbolsäure auf 1700 Gr. Erde enthalten ist; bei geringerer Beleuchtung und größerer Feuchtigkeit sollen noch 0,5 Gr. schadlos ertragen werden. Die wässerigen Lösungen der ätherischen Oele, wenn sie den Wurzeln dargeboten werden, wirken gleichfalls rasch tödtlich. Aehnlich verhält sich nach Göppert der Kampfer. Die Keimung sowol der Samen der Phanerogamen wie der Sporen der Kryptogamen wird in einer Lösung von Kampfer in Wasser verhindert. Die gegentheiligen Angaben, nach denen namentlich alte Samen ihre Keimkraft durch Kampfer wieder erhalten sollen, sind außer durch die oben citirten Untersuchungen von Conwentz besonders durch Wilhelm[1]) wiederlegt worden, welcher fand, daß zwölfjährige Körner verschiedener Getreidearten weder beim Einweichen in Wasser noch in Kampferlösung zum Keimen zu bringen waren und daß sowol von sechsjährigen als auch von ganz frischen Körnern die vor der Keimung in Kampferlösung eingeweichten eine Verzögerung der Keimung sowie eine schwächere Entwickelung der Keimpflanzen als schädliche Nachwirkung zeigten. Von thierischen Excrementen hat bekanntlich der Harn, wenn er nicht mit Wasser verdünnt und in Menge und wiederholt auf die Pflanzen kommt, nachtheiligen Einfluß.

Vulkanischer Aschenregen.

Die pathologischen Einwirkungen des Aschenregens bei einem Ausbruch des Vesuvs sind von Pasquale[2]) beschrieben worden. Im botanischen Garten und in den Villen nahe von Neapel in einer Entfernung von mehr als 10 Kilometer vom Krater wurden durch den Aschenregen die grünen Pflanzentheile allgemein braun, so daß die Wirkung einer Verbrennung oder Vertrocknung, nicht derjenigen des kochenden Wassers glich; Succulenten und Pflanzen mit lederartigen Blättern litten weniger. Die rothen oder violetten Blütenfarben von Papaver, Rosa, Gladiolus verwandelten sich in Blau, was eine alkalische Einwirkung anzeigt; die von Viola tricolor, Convolvulus, Digitalis blieben unverändert. Weder mechanische Effecte noch solche erhöhter Temperatur konnten am Beobachtungsorte gefunden werden. Ohne Zweifel hat es sich um chemische Wirkungen der Bestandtheile der vulkanischen Asche gehandelt; Pasquale sieht das reichlich gefallene Kochsalz für die Ursache an (vergl. das oben über Kochsalz Gesagte). Vielleicht war zum Theil auch freie Salzsäure in der Asche vorhanden, deren kräftige Wirkung in den gasförmigen Exhalationen (s. pag. 336) constatirt ist. Auch soll der Schlamm vulkanischer Asche, welcher durch Regengüsse niedergeführt wird, bisweilen mit freier Säure verquickt sein und dann verheerend auf die Vegetation wirken.

Anhang.

Ungenau bekannte Krankheiten, bei denen Bodeneinflüsse zweifelhaft sind.

Gelbsucht, Bleichsucht, Panachirung.

1. **Gelbsucht und Bleichsucht. Panachirung.** Ein Unterbleiben der Chlorophyllbildung haben wir kennen gelernt als Folge der Dunkelheit (pag. 161), ungeeigneter Temperatur (pag. 212), des Kohlensäurereichthums

---

[1]) Ueber die Einwirkung des Kampfers auf die Keimkraft der Samen. Referat in Just. Bot. Jahresber. f. 1876, pag. 884.

[2]) Referat in Bot. Zeitg. 1872, pag. 729.

(pag. 328), sowie des Eisenmangels (pag. 319). Das durch Lichtmangel verursachte Gelbwerden der Pflanzen ist von allen anderen ähnlichen Krankheiten leicht durch die damit verbundenen charakteristischen Symptome, die sich auf die Gewebe und Formbildung der Theile beziehen, zu unterscheiden; wir haben deshalb für diese Krankheit die besondere Bezeichnung Etioliren. Gelb- und Bleichsucht (Icterus und Chlorosis) aber, wie wir sie oben (pag. 320) charakterisirt haben und die nicht von abnormer Bildung der Gewebe und von Gestaltsveränderungen begleitet sind, können verschiedene Ursachen haben: außer den schon besprochenen der Temperatureinflüsse und des Eisenmangels ist noch eine von diesen verschiedene, ihrer Natur nach jedoch noch nicht näher bekannte Ursache anzunehmen, von welcher hier zu reden ist. Knop[1]) hat zuerst experimentell gezeigt, daß es auch eine Bleichsucht und selbst Gelbsucht giebt, welche trotz Anwesenheit von Eisen und trotz günstiger Tempertur auftritt. Er erhielt bisweilen in Kulturen, bei welchen Eisen in der Nährstofflösung vorhanden war, chlorotische oder icterische Pflanzen und zeigte, daß diese kranken Pflanzen wirklich Eisen enthalten. Gewöhnlich kann man, wo eine solche Krankheit vorliegt, auch schon aus den gegebenen Umständen schließen, daß Mangel an Eisen nicht daran schuld sein kann. Eine solche vom Eisen unabhängige Bleichsucht ist in folgenden Formen bekannt.

Totale Bleichsucht.

1. Eine totale Bleichsucht der ganzen Pflanze. Schon Meyen[2]) beobachtete einen gelbsüchtigen Cactus triangularis, der trotz der besten Pflege und der verschiedensten Heilungsversuche mit der größten Hartnäckigkeit seine Krankheit fünf Jahre lang behielt. Carrière[3]) berichtet über Sämlinge panachirter (s. unter 3) Pflanzen, von denen manche total bleichsüchtig oder gelbsüchtig geworden waren und deren Krankheit durch keine Pflege sich heilen ließ; so von panachirtem Ilex, Acer Negundo und Phormium. Ich sah von zwei Kirschsämlingen, die in einem und demselben Topfe wuchsen, den einen normal grün, den anderen rein weiß; die Entwickelung des letzteren stockte, nachdem er eine Anzahl solcher Blätter gebildet hatte, und er ging endlich ein. Denn ganz ohne Chlorophyll können ja diese Pflanzen sich nicht ernähren. Nach Bouché[4]) sind auch von Eichen, Buchen und Roßkastanien chlorotische Sämlinge beobachtet worden.

Bleichsüchtige Sprosse.

2. Total bleichsüchtige Sprosse übrigens normal grüner Pflanzen. Schell[5]) hat an Pelargonium zonale und Rhamnus Frangula

[1]) Berichte d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 6. Febr. 1869, pag. 5.

[2]) Pflanzenpathologie, pag. 266.

[3]) Revue horticole. Paris 1876, pag. 8. Referirt in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 1244.

[4]) Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin, 17. Juli 1871.

[5]) Referirt in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 926.

zwischen grünen Zweigen vollständig chlorotische beobachtet, welche keine Spur von Chlorophyllkörnern, wohl aber eine größere Menge Stärkemehl enthielten. Die Blätter waren im übrigen normal, Licht- und Wärmeverhältnisse waren günstige, Begießen oder Bestreichen der Blätter mit Eisensalzen heilten die Krankheit nicht. Ich beobachtete mehrmals an erwachsenen Roßkastanienbäumen mit grüner Laubkrone an der Seite des Stammes Ausschläge in Form völlig weißblätteriger Sprosse. An dem einen hatte seltsamer Weise ein Blatt an einer einzigen Stelle einen nur wenige Millimeter großen rein grünen Fleck. In einem Falle wurde mir berichtet, daß der Stamm schon seit einiger Zeit alljährlich an derselben Stelle bleiche Ausschläge gebracht hatte. Die jetzt häufig cultivirten Ziersträucher mit panachirten Blättern scheinen besonders leicht einzelne Sprosse ganz chlorotisch zu entwickeln. An Cupressineen unserer Gärten, z. B. Chamaecyparis plumosa, wo oft einzelne Nadeln ganz weiß oder weiß und grün sind, werden bisweilen einzelne Sprößchen ganz chlorotisch.

Panachirung.

3. Panachirung (variegatio). Von vielen Pflanzen, monocotyledonen wie dicotyledonen Kräutern und Holzgewächsen, giebt es Varietäten mit Blättern, die man panachirt, gebändert oder gesprenkelt nennt, weil sie nur theilweis grün und mit Streifen, Flecken oder Punkten von weißer oder gelber oder von beiden Farben zugleich gezeichnet sind. Das Bandgras (Phalaris arundinacea var. picta), Zea Mais, Pelargonium, Evonymus japonicus, Abutilon, Plectogyne variegata, Acer Negundo sind bekannte Beispiele. Da hier die Blätter wenigstens zum Theil Chlorophyll enthalten, so sind solche Pflanzen lebens- und entwickelungsfähig, aber einen gewissen Schwächezustand verrathen sie immerhin: solche Blätter sind hinfälliger, vertragen weniger die Kälte, die Pflanzen wachsen langsam, blühen weniger, treiben, wenn sie vermehrt werden sollen, schwer Wurzeln, ꝛc. Man hat schon längst gewußt, daß die Panachirung bei der Vermehrung durch Stecklinge oder beim Pfropfen sich mit fortpflanzt. Aber Morren[1]) hat von Barbaraea vulgaris und einer Reihe anderer Pflanzen auch die Erblichkeit der Panachirung bei der Fortpflanzung durch Samen nachgewiesen. Die Keimpflanzen sind dabei gesund: Cotyledonen und die ersten Laubblätter rein grün, dann erst kommen gefleckte Blätter und mit dem Alter nimmt die Panachirung zu. Ferner verbreitet über das Wesen der Krankheit der bemerkenswerthe Umstand einiges Licht, daß die Krankheit durch Pfropfung auf gesunde Individuen übertragbar, also ansteckend ist. Nach den von Meyen[2]) gegebenen Notizen war schon im Jahre 1700 die Beobachtung gemacht worden, daß wenn ein Zweig Jasmin mit gesprenkelten Blättern auf ein gesundes Stämmchen desselben Jasmin gepfropft

[1]) Hérédité de la Panachure. Bruxelles 1865, pag. 7.
[2]) l. c. pag. 288.

wird, auch die übrigen, oberhalb und unterhalb des Pfropfreises sitzenden Zweige gesprenkelte Blätter bekommen. Neuerdings ist nach Morren[1]) dieser Versuch mit dem gleichen Erfolge in mehreren hundert Fällen mit geflecktem Abutilon Thompsoni gemacht worden, von welchem Pfropfreiser auf grünen Abutilon strictum, venosum und vexillarium gesetzt wurden. Selbst wenn das Pfropfreis nicht anschlug, soll die Uebertragung erfolgt sein, ja es habe dazu schon das Einsetzen eines Blattstieles eines panachirten Blattes in die Rinde genügt. Bouché (l. c.) ist die Uebertragung der Panachirung auf rein grüne Individuen auch mit panachirtem Evonymus japonicus gelungen.

Beschaffenheit der Zellen und chemische Zusammensetzung bei Bleichsucht &c.

Bei allen diesen Formen der Krankheit ist der anatomische Befund der bleichen und gelben Stellen ganz derselbe, wie er oben (pag. 320) beschrieben worden ist; also ebenfalls unvollständige Bildung der Chlorophyllkörner oder gänzliches Fehlen derselben mit Verminderung des protoplasmatischen Zellinhaltes. Uebereinstimmend damit sind die Ergebnisse der von Church[2]) angestellten chemischen Analyse panachirter Blätter von Acer Negundo, Ilex aquifolium und Hedera Helix. So zeigten z. B. von Acer Negundo in Procenten:

	weiße	grüne Blätter.
Wasser	82,83	72,70
organische Substanz . .	15,15	24,22
Asche	2,02	3,08

Und in der Zusammensetzung der Asche nähern sich die panachirten Blätter den jüngsten Stadien der normalen Blätter, d. h. sie enthalten verhältnißmäßig mehr Kali und Phosphorsäure und verhältnißmäßig weniger Kalk als diese.

Panachirung &c. ist eine Varietätenbildung.

Erklärt ist diese von Licht, Temperatur und Eisensalzen unabhängige Bleich- und Gelbsucht hinsichtlich der ursächlichen Beziehungen nicht. Es ist allerdings von Seiten der Pflanzenzüchter, die sich mit panachirten Varietäten beschäftigen, immer die Meinung ausgesprochen worden, daß diese Abnormität durch gewisse äußere Verhältnisse befördert und durch die umgekehrten vermindert oder gehoben werden könne. Am meisten hat man Aussicht, panachirte Formen zu erhalten bei dürftigen Samen, ungünstiger Ernährung, sehr feuchtem Boden und geringer Beleuchtung; wo man kalte Witterung als einflußreich bezeichnete, da hat es sich wahrscheinlich um die andere durch Temperaturverhältnisse bedingte Chlorose (pag. 212) gehandelt. Vielfach gelingt es, panachirte Pflanzen wieder zur Bildung rein grüner Blätter zu veranlassen durch Umsetzen in gute, recht nahrhafte Erde[3]). Allein die große Standhaftigkeit, mit der in der Regel diese Abnormitäten, wenn sie einmal eingetreten sind, beibehalten werden, und insbesondere die constatirte Erblichkeit derselben, verweisen mit Bestimmtheit dieselben ins Gebiet der Variationen, wofür ja

[1]) Contagion de la Panachures. Bruxelles 1869, pag. 5 des Separatabzuges.

[2]) Gardener's Chronicle 1877, II. pag. 586.

[3]) Vergl. Meyen, l. c. pag. 287, Bouché, l. c. pag. 67.

auch die Panachirung allgemein gilt, und es würde sich dieselbe, von der Qualität der Merkmale abgesehen, zunächst an die durch teratologische Merkmale charakterisirte Varietätenbildung, wie wir solche oben bei den Bildungsabweichungen mehrfach kennen gelernt haben, anschließen. Die Uebertragbarkeit durch Pfropfung ist ebenfalls schon von anderen Varietätenmerkmalen constatirt worden. Das Auftreten vollständig chlorotischer Sprosse und selbst ganzer Individuen würde auch noch unter diesen Gesichtspunkt sich bringen lassen, denn vollständige Chlorose ist ja im Grunde nichts als der stärkste Grad der Panachirung. Chlorotische Sprosse an normal grünen Pflanzen würde man dann als Knospenvariation betrachten müssen, von welcher ebenfalls Fälle, die auf andere Merkmale sich beziehen, bekannt sind. Damit soll nicht behauptet sein, daß nicht gewisse äußere Umstände einen Einfluß auf diese Bildungen haben könnten, wie das ja bei der Bildung der Varietäten überhaupt auch nicht geleugnet werden kann. Worin aber diese Einflüsse thatsächlich bestehen, ist unbekannt.

Honigthau.

2. Honigthau (ros mellis, melligo, mel aëris). Mit diesem Namen bezeichnet man einen klebrigen, süßschmeckenden, farblosen Ueberzug, der in vielen kleinen glänzenden Fleckchen oder Tröpfchen oder in Form eines zusammenhängenden Firniß auf der oberen Seite der Blätter bisweilen sich zeigt. Hiervon zu unterscheiden ist der Honigthau im Getreide, der durch den Mutterkornpilz (s. unten) bewirkt wird. Derjenige Honigthau, um den es sich hier handelt, schwitzt aus den Blättern selbst aus und ist als eine krankhafte Secretion zu betrachten. Er zeigt sich am häufigsten an Holzgewächsen, sowol an Zimmer- und Glashauspflanzen, als auch im Freien, wo er besonders im Hochsommer auf den Blättern von allerlei Bäumen und Sträuchern, sehr häufig auf Linden, Pappeln, Weiden, Ulmen, Rosen u. s. w., oft sehr verbreitet sich zeigt. Genau in derselben Form tritt derjenige Honigthau auf, welcher von den Blattläusen herrührt, und man ist sehr oft im Zweifel, ob ein aufgetretener Honigthau den Blattläusen zuzuschreiben oder als pflanzliches Product zu betrachten ist. Daß diese Thiere aus ihren Honigröhren am Hinterleibe Honig absondern und ihn auf die Blätter spritzen, unterliegt keinem Zweifel und ist überall mit größter Leichtigkeit direct zu beobachten. Von den auf den Pflanzen sitzenden Thieren fallen die Honigtröpfchen wie ein feiner Regen auf die tieferen Blätter wie auf alle darunter befindlichen Gegenstände. Der Gedanke liegt daher nahe, allen Honigthau auf Blattläuse zurückzuführen. Nun sind aber wiederholt Beobachtungen von Honigthau gemacht worden, bei dem keine Blattläuse zugegen waren und der sich an Pflanzen zeigte, die ganz isolirt von anderen standen und keine anderen Blätter, auf denen etwa Blattläuse hätten sitzen können, über sich hatten, sowol an Zimmerpflanzen als auch im Freien. Die älteren diesbezüglichen Angaben sind bei Meyen[1]) zusammengestellt; in der Folge hat namentlich Unger[2])

[1]) l. c. pag. 217.

[2]) Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. Wien 1857, pag. 11.

derartige Beobachtungen gemacht, und neuerdings Hoffmann. Man hat dabei öfters den Honigthau in Menge angehäuft oder in Tropfen abrinnen, auch wol theilweis in Krystallen abgeschieden gesehen. Absonderung von Honig an den Pflanzen kommt als normaler Vorgang bekanntlich sehr verbreitet in den Blüten vor; aber sie tritt normal auch an grünen Theilen auf, z. B. an manchen Nebenblättern und besonders an drüsigen Bildungen von Blattzähnen u. dergl. Der krankhafte Honigthau ist dagegen nicht auf besondere Drüsen beschränkt, sondern tritt gleichmäßig an der Oberseite des Blattes aus der Epidermis, und zwar über dem ganzen Mesophyll, wobei die Spaltöffnungen nicht betheiligt sind. In vielen Fällen bemerkt man sonst am Blatte selbst keinerlei abnorme Erscheinung; doch liegen auch Angaben vor, nach denen das Blatt an den honigabsondernden Stellen sich entfärbt hatte, die Chlorophyllkörner in den unter diesen Stellen liegenden Mesophyllzellen verschwunden waren[1]). Im Honigthau hat man von organischen Verbindungen hauptsächlich Zuckerarten, Gummi und Manit gefunden. Aus den von Unger mitgetheilten Analysen scheint zu folgen, daß der Honigthau der verschiedenen Holzpflanzen nicht gleich zusammengesetzt ist; diese Schlußfolgerungen würden freilich nur Geltung haben unter der Voraussetzung, daß nicht auch Blattlaus-Honigsecret dabei gewesen ist. Ueber die näheren Vorgänge bei dieser Ausscheidung von Honig haben wir keine Vorstellung. Ebensowenig ist irgend etwas gewisses über die Ursache derselben bekannt. Die Erfahrung lehrt, daß die Erscheinung besonders bei heißem, trockenem Wetter eintritt, und vorzüglich an Pflanzen, die dem Sonnenlicht und der Erwärmung sehr ausgesetzt sind, und man hat sie sogar schon als Vorläufer der Sommerdürre des Laubes bemerkt. Außer diesen Beobachtungen sind nur Hypothesen über die Ursache des Honigthaues aufgestellt worden, für die jedoch bis jetzt keine thatsächlichen Unterlagen beigebracht worden sind. Daß der Honigthau an und für sich der Pflanze bemerkbar schädlich geworden sei, hat man nicht gefunden. Wol aber kann er insofern nachtheilig werden, als er Blattläuse und andere Insekten und Schmarotzerpilze, insbesondere Rußthau (s. unten) herbeizieht.

Viertes Kapitel.

Witterungsphänomene.

Zu den Einflüssen der anorganischen Natur auf die Pflanzen gehören endlich auch die atmosphärischen Niederschläge in ihren verschiedenen Formen, die Luftbewegungen und der Blitzschlag. Diese Phänomene bringen fast lauter mechanische Wirkungen, Verwundungen hervor, über welche daher auch der zweite Abschnitt zu vergleichen ist.

---

[1]) Vergl. Meyen, l. c. pag. 223.

A. Niederschläge.

Regen. 1. **Regen** kann zunächst eine mechanisch zerstörende Wirkung auf zartere Pflanzentheile ausüben, wenn er sich mit großer Heftigkeit ergießt. Blüten und kleinere Blätter werden dadurch abgeschlagen, besonders bei den Obstbäumen; Pflanzen mit hohen schwachen Stengeln oder Halmen, vorzüglich das Getreide, kommen zur Lagerung.[1] Anhaltender Regen, auch wenn er nicht mit Gewalt niederfällt, kann in einer nicht mechanischen Weise schädlich wirken, indem er die Befruchtung vereitelt, wenn er gerade in der Blütezeit stattfindet. Dringt nämlich das Regenwasser in die Blüte ein und benetzt es die Staubgefäße, so wird das Aufspringen der Antheren und das Austreten des Blütenstaubes mehr oder weniger gehindert. Das Aufgehen der Antheren beruht auf der ungleichen Zusammenziehung der die Antherenwand bildenden Zellenschichten unter dem Einflusse des Trockenwerdens; aufgesprungene Antheren, die man benetzt, schließen sich wieder und solche die zum Aufspringen reif sind, können durch Benetzung am Oeffnen gehindert werden. Der Pollen selbst kann durch längere Berührung mit Wasser verderben; manche Pollenkörner werden sogar durch Benetzung rasch zerstört, indem sie in Folge der dabei stattfindenden endosmotischen Vorgänge platzen. Endlich werden auch bei Regenwetter die die Blüten besuchenden Insekten von diesen ferngehalten, so daß bei denjenigen Pflanzen, deren Blüten durch Insekten bestäubt werden müssen, der Regen auch aus diesem Grunde für die Befruchtung ungünstig ist. Im Allgemeinen ist die Empfängnißfähigkeit der Narben in einer Blüte von geringer Dauer; gleichzeitiges Regenwetter, welches ebensolange oder länger dauert als diese Periode, kann daher die Befruchtung beeinträchtigen und einen Minderertrag an Früchten zur Folge haben. — Von dem Aufspringen parenchymatöser Pflanzentheile, wenn in Wundstellen derselben Wasser von außen eindringt, ist bei den Verwundungen (pag. 20) gehandelt.

Hagel. 2. **Hagel.** Die aus kleineren Eisstücken bestehenden sogenannten Graupeln bringen an den Pflanzen keine bemerkbaren Beschädigungen hervor. Um so verheerender wirken die gröberen Hagelkörner oder Schlossen. Krautartige Pflanzen können durch großkörnigen und dichten Hagel vollständig zerschlagen und getödtet werden, Holzpflanzen das Laub, die Blüten und dünnere Zweige verlieren. Die Stengel der Kräuter sind an der von einem Hagelstück getroffenen Stelle entweder nur entrindet bis auf das Holz; sie haben lange weiße Flecken, welche an den Rändern wieder verheilen können, unter Röthung des Wundrandes bei Pflanzen, wo dies überhaupt an Wunden grüner Theile zu geschehen pflegt (z. B. Rumex).

---

[1]) Ueber das Lagern des Getreides s. oben im Kapitel über Licht (pag. 170).

Oder die Quetschung ist so stark, daß wirkliche Knickung des Stengels erfolgt. Letzteres ist ganz gewöhnlich bei den Halmen des Getreides, die daher am ärgsten zugerichtet werden; selbst die dicken Halme des Schilfrohrs werden vom Hagel geknickt. Die Quetschung der Gewebe an der geknickten Stelle ist oft so stark, daß diese getödtet werden; dann kann das darüber befindliche Stück des Stengels nicht weiter ernährt werden und ist verloren; bei den Getreidehalmen ist dies der gewöhnliche Fall. Bei Kräuterstengeln bleibt öfter der organische Zusammenhang an der Knickstelle erhalten; bisweilen lebt das umgeknickte Stück noch fort, indem es sich durch negativen Geotropismus wieder mehr oder weniger aufwärts krümmt. Auch können, wenn der untere Theil des Stengels unversehrt geblieben ist, Seitenknospen desselben sich zu Stengeltrieben entwickeln. Bei Pflanzen mit ganz verkürztem oder mit kriechendem Stengel ist dieser mehr geschützt. Blätter von der gewöhnlichen dünnen krautartigen Beschaffenheit werden durch den Hagel entweder ganz abgerissen oder durchlöchert oder zerfetzt, wobei oft die Mittelrippe unversehrt bleibt und an ihren Seiten die Fetzen der Lamina hängen bleiben. Die Blätter des Getreides und anderer Gräser werden entweder der Länge nach zerrissen oder am Grunde durchschnitten, so daß sie herunter hängen; die Blattscheiden werden oft herabgeschlagen und dadurch junge noch nicht hervorgewachsene Aehren herausgebrochen. Die Blätter der Rüben und anderer niedriger Pflanzen werden nicht blos durchschlagen und zerfetzt, sondern auch in das weiche Erdreich eingedrückt. Aus den Getreideähren werden die Körner herausgebrochen, so daß die kahle Spindel stehen bleibt. Die Rapsschoten sind voller Schlagflecken, die die Ausbildung hindern. Wenn niedergehagelte Stengel später weiter wachsen oder neue Triebe bilden, so kommen, wie nach Verwundungen überhaupt, an den neu entwickelten Theilen mitunter Bildungsabweichungen vor, z. B. Chloranthien, wovon Hallier[1]) ein Beispiel an Cicuta virosa anführt. An den voluminöseren Stengeln und Blättern der Succulenten (Cacteen, Agaven, Aloeen ꝛc.) bringen die Hagelstücke nur eine ihrer Größe entsprechende Wunde oder Contusion an der Epidermis und dem zunächst darunterliegenden Gewebe hervor, die sich so wie es von allen derartigen Verletzungen der Succulenten im Kapitel von den Wunden beschrieben ist, verhalten und Jahre lang sichtbar bleibende, mißfarbige, schadhafte Stellen hinterlassen. An den Holzpflanzen bewirkt der Hagel allerlei Verstümmelungen. Unter Bäumen ist der Boden bedeckt mit Blättern, Früchten und Aesten; vom Weinstock werden Knospen, junge Triebe und Blüten abgeschlagen; ähnliches erleiden andere Sträucher. An allen Holzpflanzen bringt der Hagel auf den Zweigen und Aesten

[1]) Phytopathologie, pag. 51.

Quetschwunden hervor, indem an jeder von einem Hagelstück getroffenen Stelle Rinde, Bast und Cambium abgeschunden oder durch Zerquetschung getödtet werden. Solche Wunden heilen schwer durch Ueberwallung, indem häufiger die getödteten Gewebepartien Ausgangspunkte tiefer sich erstreckender Fäulniß oder Desorganisation werden; Krebs, Gummi- oder Harzfluß entwickeln sich oft aus solchen Wunden und können später zu einem fortschreitenden Siechthum solcher Zweige und Aeste Veranlassung geben. Endlich sehen wir auch reifende Früchte, zumal Obst, durch Hagelverwundungen schadhafte Stellen bekommen. Auch der Samenbruch der Weinbeeren kann vom Hagel veranlaßt werden, indem das Fleisch der jungen Beere an der Stelle, wo es durch den Schlag eines Hagelkornes getödtet ist, sich nicht ausbildet, so daß die Beere relativ kleiner bleibt und die Samen ein Stück aus der Schale hervorbrechen. Hoffmann[1]) sah den Samenbruch durch Sonnenbrand, wenn durch eine Linse oder durch Wassertropfen die Sonnenstrahlen auf die Beere geleitet werden (s. Wirkungen hoher Temperatur pag. 175), aber auch nach Verwundungen durch Insekten eintreten, und Mohr[2]) hat versichert, daß die am Rhein und an der Mosel allgemein bekannte Erscheinung vorzugsweise Folge des Hagelschlags, daher auch in manchen Jahren gar nicht zu beobachten sei.

Schneebruch und Lawinen.

3. Schnee. Von einem schädlichen Einfluß des Schnees auf die Pflanzen kann nur da geredet werden, wo derselbe durch seine Masse mechanisch zerstörend wirkt. Hierher gehört der Schneebruch, der an den Bäumen in den Forsten durch den Schnee- und Eisanhang angerichtet wird. Am meisten leiden darunter diejenigen Bäume, welche durch ihre Form die Auflagerung großer Schneemassen gestatten, also die immergrünen Nadelbäume, die auch im Winter ihre Belaubung tragen, und unter diesen wiederum diejenigen, welche dachförmige Aeste haben, wie besonders die Weißtanne und die Fichte. Auf den Aesten dieser Bäume können sich so bedeutende Massen von Schnee und Eis anhäufen, daß unter dieser Last dem Baume die Aeste brechen oder er selbst im Gipfel oder tiefer am Stamme gebrochen wird, und in manchen Jahren werden auf diese Weise arge Verheerungen in den Wäldern angerichtet, besonders in den Gebirgsgegenden, weil dort die Schneefälle häufiger sind und der einmal gefallene Schnee selten wieder wegthaut, daher sich anhäuft. — In den Hochgebirgen richten die Lawinen Verwüstungen an der Vegetation an. Das gewöhnliche Bild, welches dieselben hinterlassen, wenn sie auf Wald treffen, ist das der radicalsten Verwüstung: der ganze im Bereich der Lawine befindlich gewesene Strich des Waldes liegt niedergemähet, und

---

[1]) Bot. Zeitg. 1872, Nr. 8.

[2]) Bot. Zeitg. 1872. pag. 130.

aus dem Chaos der wirr durch einander gestürzten Stämme ragen nur etwa noch einzelne in schiefer Richtung auf, welche nicht gebrochen waren und am Leben sich erhalten haben. Eigenthümliche Abnormitäten bilden sich an Holzpflanzen in Folge stetig wiederholter Lawinenstürze aus, wie dies in manchen engen Alpenthälern vorkommt, deren Bau nothwendig zur Folge hat, daß Lawinen immer an denselben Stellen niedergehen und zu ständigen Erscheinungen werden. So sieht man z. B. im Eisthal, einem engen Seitenthale unmittelbar am Fuße des Watzmann in den bairischen Alpen in der Nähe des hinteren Thalschlusses, der von steilen, fast kahlen Wänden gebildet wird und mit Schnee, meist Lawinenresten, erfüllt ist, einzelne Laubbäume noch bis nahe an den Firn herangehen; dieselben haben den fortwährenden Lawinen getrotzt; aber wie sie das konnten, das ist in ihrem Aussehen ausgeprägt: vorwiegend sind es jüngere Bäume, deren biegsame Stämme von den Schneemassen nicht gebrochen sondern gebogen wurden, und alle stehen schief, sämmtlich mit nach vorn, thalabwärts, geneigten Stämmen und oft im Gipfel gebrochen oder nur an der thalabwärts gekehrten Seite beästet, weil alle der Lawine entgegenstehenden Aeste gebrochen wurden. Zwischen denselben findet man auch eine Menge Krüppelformen von Buchen u. s. w., welche durch den Schneebruch fortwährend verstümmelt, zu niederen, dichtbuschigen Sträuchern geworden sind, welche etwa an die durch künstlichen Schnitt oder durch Verbeißen des Wildes entstehenden Strauchformen erinnern. Ueberdies sind diese Gehölze bedeckt mit Wunden, die mehr oder weniger durch Ueberwallung geheilt sind; selbst am Laub zeigten sich Verwundungen durch späte Schneestürze.

B. Luftbewegungen.

Windfall und Windbruch.

Die Einflüsse der Winde auf die Vegetation kommen hier nicht insofern in Betracht als dieselben hohe oder niedere Temperatur, feuchte oder trockene Luft erzeugen, von deren Einwirkungen an anderer Stelle die Rede ist, sondern nur insofern als sie mechanische Beschädigungen hervorbringen. Dieses betrifft nur die größeren Pflanzen, die Holzgewächse, besonders die Bäume. Die Folgen heftigen Sturmes an den Bäumen sind entweder Windfall oder Windbruch. Ersterer bezeichnet das Umstürzen des ganzen Baumes unter theilweiser Lösung der Wurzeln aus dem Boden, letzterer das Brechen des Baumes in der Krone, oder in einzelnen Aesten oder tiefer am Stamme unter Stehenbleiben der Wurzeln und wenigstens des unteren Stammstückes. Die den Windfall verursachende Entwurzelung hängt sowol von der Wurzelbildung des Baumes als auch von der Beschaffenheit des Bodens ab. Alle Bäume, welche keine tief gehende Pfahlwurzel, sondern eine mehr in der oberen Bodenschicht entwickelte Bewurzelung haben, daher vor allen unsere Nadelbäume, erliegen

unter sonst gleichen Umständen dem Windfall viel leichter als die tiefwurzeligeren Laubbäume. Daher sind die durch einen Orkan hervorgerufenen Zerstörungen am größten in Nadelwäldern; diese bieten darnach ein Bild der wildesten Verwüstung; da stehen oft nur noch wenige Stämme aufrecht, alles übrige ist in den verschiedensten Richtungen regellos durch einander gestürzt. Oft ist ein großer Theil des Wurzelkörpers, bisweilen mit dem ganzen Bodenstücke herausgehoben; oder die Wurzeln sind näher am Stamme durchrissen und daher zum größeren Theil im Boden zurückgelassen worden. Auch die aus Stecklingen erzogenen Bäume werden leichter entwurzelt, weil sie nicht wie die Sämlinge eine normale Pfahlwurzel, sondern nur Seitenwurzeln erzeugen können. Die Beschaffenheit des Bodens kommt insofern in Betracht, als Bäume, welche auf flachgründigem Gebirgsboden wegen des nahe anstehenden felsigen Untergrundes in einer sehr dünnen Bodenschicht ihre Wurzeln bilden müssen, vom Sturme viel leichter geworfen werden, als die, welche sich auf tiefgründigem Boden bewurzeln können. Auch erhöht jeder leichte, lockere Boden (besonders Sand) die Gefahr des Windfalles im Verhältniß zu schwereren festeren Bodenarten. An Bäumen, welche mit einer wolgebildeten Pfahlwurzel im Boden befestigt sind, kommt höchstens Windbruch vor. Dieser hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des Holzes ab; er tritt leichter ein an Bäumen, welche spröde, brüchige Aeste besitzen als an solchen, deren Aeste biegsamer sind; am leichtesten aber erliegen ihm hohle oder kernfaule Stämme und Aeste. Die Bruchstellen beim Windbruch treten bald an der Ursprungsstelle eines Astes, bald von derselben entfernt auf und stellen selbstverständlich keine glatte Flächen sondern Zersplitterungen dar; bisweilen werden Streifen von Splint und Rinde von der Bruchstelle aus weit herab am Aste oder Stamme abgeschält, oder es kommt von der Verzweigungsstelle ausgehend eine Zerspaltung des unter derselben befindlichen Astes oder Stammes zu Stande. Es handelt sich also hierbei meist um Wunden im großen Maßstabe und um solche, welche am schwersten heilen und in der Folge oft zu Krankheiten oder zu Wundfäule (pag. 142) führen. Ueberdies werden durch Stürme an den Bäumen, besonders während der Wachsthumsperiode, auch viele kleinere Theile abgebrochen, als Blüten, Blätter und ganze beblätterte Zweiglein. Die Verwundungen von Blättern, wobei diese zwischen den Seitennerven eine Reihe von Löchern zeigen oder gänzlich fiederförmig eingerissen sind, und die oben als Frostwirkungen angeführt wurden, werden von Caspary[1]), der dies bei Roßkastanien, und von Magnus[2]), der es an Rothbuchen bemerkte, als Folgen der Reibung der noch gefalteten jungen Blätter bei Sturm

---

[1]) Bot. Zeitg. 1869, Nr. 13.

[2]) Verhandl. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. XVIII. u. IX.

betrachtet. Caspary will es nach Sturm, wobei kein Frost herrschte, beobachtet haben.

Folgen des Windfalles.

Die Folge des Windfalles und Windbruches ist je nach Umständen und je nach der Baumspecies verschieden. Windfall hat den Tod zur Folge, sobald der Baum nicht mehr genügend im Boden bewurzelt ist, also wenn die Wurzeln größtentheils mit ausgehoben oder abgerissen sind. Doch sieht man mitunter vom Sturm geworfene Fichten und Tannen, welche noch genügend bewurzelt geglieben sind, um ernährt werden zu können. Diese vegetiren dann unter eigenthümlichen Formen weiter. Ist der Baum in horizontaler Lage auf den Boden hingestreckt, so bekommen oft eine Anzahl der an der zenithwärts gekehrten Seite des Stammes entspringenden und daher ungefähr vertical stehenden Aeste die Fähigkeit unter kräftigerer Entwickelung senkrecht aufwärts fortzuwachsen, wie eine Hauptachse, und sich mit horizontal abstehenden Zweigen zu bekleiden, so daß auf dem gefallenen Stamme eine Reihe kleiner secundärer Bäumchen aufgewachsen ist, die dann gewöhnlich am Grunde selbständig Wurzel schlagen. Die sie trennenden Stücke des Hauptstammes können dann allmählich trocken werden. Dieselben Wuchsverhältnisse sah Middendorf[1]) auch an einer umgestürzten Birke. In ähnlicher Weise können die aufwärts gekehrten Seitenäste auch schon dann beeinflußt werden, wenn der Baum nicht vollständig gefallen, sondern nur in sehr schiefe Richtung gekommen ist, wie z. B. bei einer wegen dieser Form „Harfe" genannten Tanne, welche bei Sommerau, unweit Zittau zu sehen ist. Fichten, welche an schmalen Absätzen steiler Felswände gewachsen sind, werden wegen der hier schwachen Befestigung der Wurzeln leicht geworfen und hängen dann bisweilen, wenn die Wurzeln sich nicht gelöst haben und den Baum weiter ernähren, kopfüber an der Felswand herunter, während der Gipfeltrieb durch Geotropismus in fast halbkreisförmiger Krümmung sich aufgerichtet hat und vertical nach oben weiter gewachsen ist, wie man derartige Bilder z. B. im Bodethal im Harz antrifft.

Folgen des Windbruches. Krüppelformen der Baumgrenze.

Die Folgen des Windbruches sind im Allgemeinen schon oben im Kapitel von den Wunden angedeutet worden. Es ist dort die Rede davon, daß die Nadelhölzer den abgebrochenen Gipfel durch einen aufwärts wachsenden Seitentrieb zu ersetzen suchen, daß sie aber mit wenig Ausnahmen nicht die Fähigkeit besitzen, durch Adventivknospen unter den Wundstellen den Verlust älterer Aeste zu ersetzen, daher zu Grunde gehen, wenn ihnen der Sturm die ganze Krone abgebrochen hat, weil sie aus dem Stocke keine Ausschläge zu bilden vermögen, daß dagegen die Laubhölzer dadurch nicht getödtet werden, weil sie Stockausschläge machen.

[1]) Pflanzenwelt Norwegens, pag. 166 u. 184.

Die bedeutendste Einwirkung auf die Baumform haben die Stürme an der Baumgrenze in den Gebirgen und im hohen Norden, sowie an den Meeresküsten, weil bei den hier herrschenden heftigen Stürmen der Windbruch zu einer ständigen immer wiederkehrenden Erscheinung wird. Die eigenthümlichen Baumformen, durch welche jene Gegenden charakterisirt sind, erklären sich in der That als Wirkungen des Sturmes. An der Grenze der Fichte auf den Gebirgen giebt es keinen eigentlichen Baumwuchs mehr. Die Fichten, selbst die alten mit schenkeldicken Stämmen, können sich hier nicht über einen oder wenige Meter erheben: ihr Gipfel wird immer verbrochen, und so oft sie auch einen neuen zu machen suchten, ereilt diesen dasselbe Schicksal; fast jede Fichte ist hier gipfeldürr, endigt in einen oder mehrere Spieße. Die Beästung ist an diesen Fichten vorwiegend einseitig und zwar sind die Aeste aller Individuen nach einer und derselben Himmelsgegend gekehrt. In unseren norddeutschen Gebirgen, wie auf dem Brocken, auf den Kuppen des Erzgebirges und auf dem Kamme des Riesengebirges, ist das die östliche Richtung, weil hier die herrschenden Stürme aus Westen kommen und der Sturm nothwendig zur Folge hat, daß die ihm entgegenstrebenden Aeste gebrochen werden müssen, während er auf die an der entgegengesetzten Seite des Stammes befindlichen nur als Zug wirken und ihnen daher weniger schaden kann. Eine weitere Eigenthümlichkeit ist, daß diese Krüppel vom Boden an beästet sind und daß gerade diese untersten Aeste, welche in dem Heide- und Vacciniengestrüpp, das den Boden bedeckt, oder zwischen den umherliegenden Steinblöcken, den besten Schutz gegen Sturm finden, auch die längsten und wolgebildetsten sind und oft, sogar an den verstümmeltsten Formen, rings um den Stamm herum gehen. Der Schutz, den auch die Schneebedeckung gegen den Windbruch gewährt, tritt hierbei ebenso deutlich wie im hohen Norden hervor: soweit sich die Fichte unter den Schnee zurückziehen kann, bleibt sie unversehrt; die hervorragenden Wipfel gehen verloren. An den exponirtesten Stellen im Gebirge verlieren die Fichten das ganze Stämmchen bis auf einen niedrigen Stock, der nie einen Gipfeltrieb aufbringt und an welchem nur ein oder ein paar nahe übereinanderstehende Astquirle dicht auf dem niederen Gestrüpp sich ausbreiten, so daß man bequem über diese Fichten hinwegschreiten kann. Im Riesengebirge fand ich über den Schneegruben die letzten Versuche der Fichte in einer Gebirgshöhe, die schon weit über der Baumgrenze lag (bei ungefähr 1400 M.); sie bringt es hier nur zu kriechenden Trieben, die sich auf dem Moose und über Steinblöcke hinbreiten; über den Boden sich zu erheben könnte sie dort oben nicht wagen, wo man Stürme erlebt, von denen der Bewohner des Tieflandes keinen Begriff hat. Daß die Unmöglichkeit der Verbaumung nicht durch klimatische Gründe, sondern nur

durch den Sturm bedingt wird, ersieht man aus dem Vorkommen solcher Krüppelformen auch in tieferen Lagen, wenn sie an einem dem Sturm sehr exponirten Stande sich befinden. Der Keilberg im Erzgebirge trägt auf seinem westlichen Abhange, also an der Wetterseite, lauter Krüppelfichten, die hier schon bei 1180 M. sehr ausgeprägt sind und in zunehmender Verkrüppelung bis zur Kuppe, 1220 M. hinauf gehen; aber wenn man auf der Ostseite des Berges niedersteigt, treten schon wenige Schritte unter der Kuppe, also im Schutze vor den Weststürmen, die Fichten hochstämmig auf, und bei 1180 M. befindet man sich hier schon im herrlichsten geschlossenen Hochwalde. Ganz ähnliche Krüppelformen nimmt die Lärche an der Baumgrenze in den Nordländern an, wie aus den Beschreibungen in Middendorff's Sibirischen Reisen (pag. 601—606) hervorgeht. Derselbe unterscheidet ebenfalls kriechende Formen, die auf oder unter dem Moose ihr Dasein fristen, und in dieser Form ebenfalls noch jenseits der Baumgrenze angetroffen wurden, und aufrechte, gerade oder gebückte Formen, welche gipfeldürr und ast- und laubarm sind. Von den letzteren werden als besondere Gestalten beschrieben die astlosen Krüppel, an denen nur Spuren mißlungener Versuche von Astbildung und dafür eine große Menge von Knospen zu sehen sind, die wenn sie sich belauben, kuglige Schopfe bilden, und zweitens die spalierbaumartigen Lärchen, bei denen die Zweige, die zum Theil der ganzen Stammlänge gleichkommen, nach zwei Seiten hin stehen an unsere Spalierbäume erinnernd, worin sich die herrschende Windrichtung ausspricht. Noch eine andere Form beschreibt Middendorff als Krüppelhecken, die theils im äußersten Norden zu sehen sind, wo sie mehr zu den kriechenden Formen gehören, theils auch an der Seeküste des Ochotskischen Meeres auf 640 M. hohen Bergen, wo unbändige, unablässig Staubregen führende Seewinde als die Ursache bezeichnet werden. Diese Krüppel sollen ein Laubgewirr von saftigem Grün entwickeln, das an beschnittene Gartenhecken erinnert, und einen herrlichen Teppich bilden, der oft nur 30 bis 60 Cm. über der Felswand emporsteht, dieselbe nicht selten dicht überziehend und verdeckend.

C. Blitzschlag.

Verschiedene Art, wie die Bäume vom Blitze getroffen werden.

1. Blitzschlag in Bäume. Die Einwirkung des Blitzes auf die Bäume stellt sich immer als eine grobe Verwundung dar, die aber in ihrer Form in den einzelnen Fällen verschieden ist. Diese Unterschiede glaubte Cohn[1]), dem wir eine Zusammenstellung eigener und fremder Beobachtungen über diese Phänomene verdanken, nur aus der Intensität

[1]) Einwirkung des Blitzes auf Bäume. Denkschr. d. schles. Ges. f. vaterl. Cult. Breslau 1853.

des Blitzstrahles und nicht aus der specifischen Natur des Baumes ableiten zu müssen. Neuerlich hat aber Daniel Colladon[1]) eine Reihe von Beobachtungen mitgetheilt über Blitzschläge, welche im Thale des Genfer Sees hauptsächlich die italienischen Pappeln, Eichen, Ulmen, Birnbäume und Fichten betroffen hatten, aus denen unzweifelhaft hervorgeht, daß für die einzelnen Baumarten eine gewisse charakteristische Art besteht, wie sie vom Blitze getroffen und verwundet werden, wiewohl die Blitzschläge, welche ein und diesebe Baumart betreffen, immer auch in den einzelnen Fällen mancherlei Unterschiede zeigen, die von der individuellen Natur des Baumes, von äußeren Verhältnissen und wol auch von der Natur der electrischen Entladung abhängig sein mögen. Nach den Beobachtungen Daniel Colladon's, die übrigens mit dem von früheren Beobachtern Erzählten übereinstimmen, sind die Erscheinungen des Blitzschlages an den obengenannten Bäumen von folgender Art. Bei der italienischen Pappel (Populus pyramidalis *Roz.)* bleibt der ganze obere Theil der Krone vollkommen unversehrt, weder an den dünnen Zweigen noch an den Blättern ist irgend eine Spur von Beschädigung zu sehen; erst in den tieferen Theilen, etwa in einer Höhe von 6 bis 8 Meter über dem Boden zeigt sich, meist unter der Vereinigung zweier oder mehrerer großer Aeste beginnend, die am Stamme herablaufende Verwundung. Diese stellt einen oder zwei an verschiedenen Seiten des Stammes ziemlich parallel, entweder in senkrechter oder etwas spiraliger Richtung laufende Streifen von wechselnder Breite dar, an denen die Rinde abgerissen, der Splint entblößt oder auch zum Theil abgeschlagen ist. An den Rändern der Wunde ist die stehen gebliebene Rinde in einer gewissen Breite vom Splinte abgehoben. In der Mitte des entblößten Holzstreifens befindet sich im größten Theile seiner Länge eine einige Millimeter breite Spalte im Holze, in die man ein Messer mehrere Centimeter tief einführen kann. Die abgerissenen Stücke von Rinde und Holz findet man bis auf eine Entfernung von 30 M. vom Baume fortgeschleudert am Boden liegen. Weder sie noch die Wundränder des Stammes zeigen eine Verkohlung, vielmehr beide nur eine mehr oder minder starke Zerfaserung, wie dies auch an anderen Baumarten der Fall ist. Die Blitzspur geht in geringer Höhe über dem Boden in einen bloßen Riß in der Rinde über, der sich im Boden verliert, oder sie verschwindet gänzlich ohne den Boden zu erreichen. — Die Eichen werden im Gipfel getroffen; die am meisten vorstehenden Aeste lenken in der Regel den Blitz auf sich, brechen oft an ihren Enden und werden, oft ohne ihrer Rinde entkleidet zu werden, getödtet; aber nahe unter den getroffenen

---

[1]) Mèm. de la soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève. 1872, pag. 511 ff.

Aesten beginnt die Blitzspur als ein von der Rinde entblößter Streifen des Holzes und setzt sich ohne Unterbrechung und gleichförmig bis zum Boden fort. Ihr Gang ist gewöhnlich der einer Spirale, die bis 1³/₄ Umläufe beschreiben kann. Die Mitte dieser Wunde ist charakterisirt durch eine ununterbrochene 2—3 Cm. breite Furche, von so regelmäßig halbcylindrischer Form, als wäre sie mittelst eines Instrumentes ausgeschnitten. Im Grunde dieser Rinne befindet sich stellenweis eine schmale Spalte, in welche ein Messer einige Centimeter tief eingeschoben werden kann. Am Rande der Blitzspur ist die Rinde vom Splint etwas abgehoben. Durch ältere Beobachter ist constatirt[1]), daß die erwähnten Spalten im Holze bei den Eichen zu einem vollständigen Zerspellen des Stammes führen können, indem der Holzkörper senkrecht zur Oberfläche in parallele Leisten zerschlagen wird; auch hat man beim Fällen vom Blitze getroffener Eichen die Jahresringe von einander getrennt gefunden; und endlich auch eine Spaltung des Holzkörpers nach beiden Richtungen zugleich beobachtet, so daß der Stamm wie ein besenartiges Bündel von vielen dünnen Splittern erschien. — Die Ulmen werden nach Daniel Colladon mehrere Meter unter dem Gipfel getroffen; dieser selbst bleibt unversehrt. Die Wunde läuft regelmäßig und ununterbrochen als ein von Rinde entblößter Holzstreifen herab. Die an den Eichen gefundene halbcylindrische Furche auf der Mitte des Streifens wurde nicht wahrgenommen. — Beim Blitzschlag in Birnbäume hat man folgende Erscheinungen beobachtet[2]). Einmal war der Stamm zum größten Theil verschwunden, nur 6 mit den Wurzeln im Zusammenhange befindliche Splitter waren stehen geblieben, und rings umher lagen die abgeschlagenen 5 großen Aeste, welche selbst fast ganz unverletzt waren. Ein anderer Baum zeigte gar keine Verletzung weiter als 2¹/₂ Meter unter dem Gipfel Furchen in der Rinde der Aeste und einige vom Stamme abgelöste Rindefetzen; auch blieb er nach dem Blitzschlage am Leben. An einem dritten endlich war der ganze Stamm von den Aesten bis zur Wurzel völlig entrindet, während die Aeste selbst Rinde, Blätter und Früchte behalten hatten; zugleich war der Baum in zwei Theile zerspalten, deren jeder wieder mehrere Spalten hatte. Jedesmal war der Erdboden in der Nähe des getroffenen Baumes aufgewühlt, wobei einmal eine Wurzel sichtbar war, die ihrer Umhüllung beraubt war. — An einer Fichte beobachtete Daniel Colladon einen Blitzschlag, wobei nahe am Gipfel an der vom Blitze berührten Seite die Nadeln röthliche Flecken oder Spitzen bekommen hatten, sonst aber nichts weiter sich zeigte als eine am Stamme 8 Meter unter dem Gipfel

[1]) Vergl. Cohn, l. c. pag. 6—7.

[2]) Vergl. Daniel Colladon, l. c. pag. 538—543.

beginnende tiefe Spalte der Rinde, welche 1/2 Meter weit herablief; wenig darunter befand sich daneben eine zweite, und auf diese folgte eine dritte Spalte, welche spiralig bis nahe zum Boden sich erstreckte. — Nur zwei Mal beobachtete Daniel Colladon außerdem noch eine Erscheinung, welche bisher noch nicht bekannt war. An einer Pappel hatte die auf der Mitte der Blitzspur befindliche Spalte des Holzes in der ganzen Länge beiderseits einen etwa 4 Millimeter breiten Rand von bräunlicher Farbe, als wie im Ofen getrocknet, und außerdem auf dem entblößten Holzstreifen beiderseits der Spalte in verschiedenen Höhen 7 genau kreisrunde Flecken von 8 bis 10 Millimeter Durchmesser und etwas dunklerem Braun als jene Bänder; davon lagen 4 zu zwei theilweis übereinander. Diese Flecken zeigten nichts weiter als eine locale starke Austrocknung, als wären sie mit einem heißen Eisen berührt worden. Diese Erscheinung zeigte sich auch an der erwähnten Fichte, wo 10 solcher Flecken sämmtlich auf der Spalte vorhanden waren, die der Blitz hervorgebracht hatte; dieselben waren 3—5 Cm. im Durchmesser, ebenfalls fast genau kreisrund und hier die einzigen Stellen auf den Spalten, wo die Rinde weggeschlagen war, so daß sie dunklere freie Stellen des Holzes darstellten, welche mitten von der Spalte durchzogen waren. Die Ursache dieser Erscheinung ist unbekannt; Daniel Colladon vermuthet, daß es die Folgen von electrischen Stömen sind, welche rechtwinkelig zur Oberfläche des Stammes aus diesem in Form cylindrischer Funken herausgeschlagen sind.

Bahn des Blitzes im Stamme. Die Bahn der Blitzspur, der mehr oder minder spiralige Verlauf der Spalten des Holzes und der abgelösten Rindestreifen wird von Cohn wie von Daniel Colladon übereinstimmend zu dem schiefen Verlauf der Holzfasern und der daraus resultirenden spiralig gedrehten Form der meisten Stämme in Beziehung gebracht. Eine bemerkenswerthe Bestätigung dieser Beziehung liefert auch die von dem letztgenannten Beobachter gemachte Wahrnehmung, daß an Eichen, die als Kopfholz gezogen werden, die Blitzspur nicht eine Spirale, sondern eine Wellenlinie bildet, indem sie an den knorrig gewachsenen Stämmen immer den Knoten ausweicht. Cohn sieht in diesen Wunden nicht die Bahn des Blitzes, sondern nur die Stellen, an denen die Rinde der Explosion den geringsten Widerstand leistet, und sucht die Zersprengung dadurch zu erklären, daß er annimmt, der Hauptstrom der Electricität gehe durch die Cambiumschicht und verwandele deren Flüssigkeit plötzlich in Dampf. Beobachter wollen zwar beim Einschlagen des Blitzes in Bäume eine Rauchsäule gesehen haben; es ist aber nicht ausgemacht, ob dieselbe von dem Baume oder von der gewaltsam und in feiner Zertheilung aufgeworfenen Erde herrührte. Daniel Colladon macht dagegen geltend, daß durch den Blitz viele kräftige Wirkungen von Anziehung und Abstoßung zwischen Körpern hervorgebracht werden, welche

mit Verdunstung von Wasser nichts zu schaffen haben; die Beschaffenheit der an den Stämmen herablaufenden Wunden spricht dafür, daß sie die Bahn des electrischen Stromes sind, und die Beschränkung desselben auf diese Stellen steht im Einklange mit der Thatsache, daß der Blitz beim Durchschlagen schlechter Leiter, zu denen auch die Baumstämme gehören, sich plötzlich zusammenzuziehen vermag. Auch Caspary[1]) hebt gegen die Cohn'sche Ansicht hervor, daß die Cambiumschicht, wenn sie ganz vom electrischen Funken durchzogen würde, nothwendig auch ganz verletzt werden müßte, was nicht der Fall ist.

Entzündung durch den Blitz.

Entzündet werden gesunde Bäume nie vom Blitz, wohl aber solche, welche aus trockenem und daher entzündlichem Holze bestehen. So hat Daniel Colladon zwei Blitzschläge in hohle Kopfpappeln beobachtet, von den die eine sich im Innern des Stammes entzündete, so daß die Zweige zerstört wurden, bei der anderen das innere todte Holz verkohlt, jedoch durch den Regen gelöscht wurde und einige junge Zweige wahrscheinlich in Folge der Verbrennung vertrocknet waren. Ebenso wird von Caspary (l. c.) die Entzündung durch den Blitz von einer Kiefer, welche zunderartiges faules Holz enthielt, und von Beyer[2]) von einer kernfaulen Eiche angegeben. Gleiches ist in den Tropen an dürren Aesten und Blattstielen von Palmen zu beobachten.

Folgen des Blitzschlages für das Leben des Baumes.

Die Folgen des Blitzschlages sind nicht nothwendig tödtlich. Wo die Krone und der Stamm erhalten und die Verwundung des Cambiums auf einen schmalen Streifen beschränkt ist, ist die Lebensfähigkeit des Baumes nicht vernichtet. In der That sind auch zahlreiche Fälle bekannt, wo vom Blitze getroffene Bäume mit dem Leben davon gekommen sind. Der Wundstreifen am Stamme heilt dann wieder, indem er von beiden Rändern her überwallt wird. Daß Bäume, die vom Blitze irgend stärker zerschmettert oder ihrer Rinde ringsum entkleidet sind, eingehen, ist selbstverständlich.

Häufigkeit des Blitzschlages nach Baumarten.

Dem Blitzschlag sind alle Baumarten ausgesetzt. Die Meinung der Alten, daß der Lorbeer gegen den Blitz geschützt sei, ist durch Beobachtungen widerlegt. Jedoch ist nicht zu leugnen, daß gewisse Bäume häufiger als andere vom Blitz getroffen werden, was schon aus der ungleichen Häufigkeit derselben in jeder Gegend und aus der ungleichen Exposition der einzelnen Baumarten gefolgert werden muß. Von 40 Beobachtungen von Blitzschlägen in Bäume, welche Cohn zusammengestellt hat, kommen 14 auf Eichen, 12 auf Pappelarten, 3 auf Birnbäume, je 2 auf Tannen, Kiefern und Buchen, je 1 auf Erlen, Ulmen, Nußbäume, Ebereschen,

---

[1]) Schriften d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg 1871, pag. 69 ff.

[2]) Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 28. Januar 1876.

Robinien. Caspary hat 93, und zwar 53 selbstbeobachtete, 40 von anderen Beobachtern constatirte Fälle gesammelt, unter denen 20 Populus pyramidalis, 14 Populus monilifera, 15 Eichen betreffen. Ebenso ist unter den von Daniel Colladon beschriebenen Fällen im Thale des Genfer Sees die italienische Pappel 11, die Eiche 3 Mal vertreten. Der hohe schlanke Wuchs der italienischen Pappel und die große Anzahl, in der dieser Baum auf Chausseen und an den exponirtesten Stellen steht, ebenso die über alle andern Waldbäume hervorragende Höhe der Eichen lassen jene Ergebnisse begreiflich erscheinen. Nichtsdestoweniger scheint zu der großen Häufigkeit des Blitzschlages in Pappeln auch eine größere specifische Fähigkeit dieses Baumes den Blitz auf sich zu lenken, eine größere Leitungsfähigkeit desselben, vielleicht auch die größere Verbreitung der Wurzeln dieses Baumes im Boden beizutragen. Denn Daniel Colladon erwähnt einige Fälle, wo der Blitz in eine Pappel einschlug, obgleich höhere Bäume in der Nähe standen, die der Blitz verschonte; selbst eine niedere Kopfpappel fand der Blitz zwischen benachbarten höheren anderen Bäumen heraus.

Einfluß äußerer Verhältnisse.

Unter sonst gleichen Umständen, also insbesondere gegenüber Bäumen derselben Species, sind äußere Verhältnisse von unverkennbarem Einfluß. Auch in dieser Beziehung hat Daniel Colladon, besonders an italienischen Pappeln, einige beachtenswerthe Beobachtungen gemacht. Wenn auf gleichhohem Terrain eine Anzahl ungleichhoher Pappeln nahe beisammenstand, war es immer die höchste, in welche der Blitz allein schlug, oder welche die stärkste electrische Entladung empfing, während die nächst höhere schwächer getroffen wurde; bisweilen schlug ein einziger Blitz auch in mehrere der höchsten Pappeln zugleich. Wo auf wellenförmigem Terrain gleichhohe Pappeln standen, fiel die höchststehende dem Blitz zum Opfer. Vielleicht hat auch die Feuchtigkeit des Bodens einen Einfluß. Ein von Süd nach Nord ziehendes Gewitter schlug in die fast am weitesten nördlich stehende, in Verhältniß zu den übrigen nicht höhere Pappel einer Straße, da wo dieselbe über einen wassergefüllten Kanal führte, und die Blitzspur verlief auch in eine dicke Wurzel, die nach dem Kanal gerichtet war.

Blitzschlag in Weinberge.

2. Blitzschlag in Weinberge. Nach den von Daniel Colladon[1]) mitgetheilten Erfahrungen sind mitunter Blitzschläge in Weinberge vorgekommen, deren Folgen Derselbe an einem von ihm selbst beobachteten Fall beschreibt. Die vom Blitz getroffene Stelle war schon weithin als eine kreisrunde Fläche im Weinberge daran zu erkennen, daß die auf derselben stehenden Weinstöcke, 335 an der Zahl, eine Menge ziegelrother Flecken auf den Blättern zeigten, die in den übrigen Theilen des Weinberges nicht zu sehen waren.

---

[1]) l. c. pag. 548—553.

In der Mitte dieser Fläche waren Löcher in der Erde zu bemerken und mehrere Pfähle umgeworfen. Die dort stehenden Weinstöcke hatten am meisten fleckige Blätter, im übrigen aber, insbesondere an den Stengeln keine Verletzung; auch blieben die Pflanzen am Leben. Die Blattflecken nahmen den vierten Theil bis die Hälfte der Blattfläche ein; sie waren anfangs tiefer grün und wurden nach einigen Tagen ziegelroth. Eine Veränderung der Gewebe zeigte sich außer an den Blättern auch an den jüngeren und saftigen Theilen des Stengels, besonders am Cambium; sie bestand in einer tieferen Färbung in Braun, Röthlich oder Schwärzlich. Die Zellwände waren intact, aber das Protoplasma contrahirt und getödtet; die Stärkekörnchen erhalten; das Holz und die Gefäße unversehrt.

Blitzschlag in Wiesen und Aecker.

3. **Blitzschlag in Wiesen und Aecker.** Nach den von Daniel Colladon[1]) aus älteren Notizen zusammengestellten Beobachtungen hinterließ ein Blitzschlag in eine Wiese seine Spur auf einer Fläche von 6 M. Durchmesser, wo die höchsten Köpfe der Disteln getödtet waren, die niederen Theile des Rasens aber sich unversehrt zeigten, an zwei Punkten war der Boden aufgewühlt, an anderen der Rasen emporgehoben. In einem Kartoffelacker hatte der Blitz ein Loch und halbkreisförmige Furchen in der Erde gebildet; die Pflanzen daselbst waren unversehrt, nur an einer Stelle dieser Fläche zeigte sich die Basis der Stengel wie verbrannt, zerrissen oder theilweis breiig. Auf einem vom Blitz getroffenen Rübenacker waren die Blätter an ihrem Rande vertrocknet und zusammengeschrumpft, röthlich oder violett gefärbt und stellenweis zerrissen.

Theoretisches.

Die Theorie des Blitzschlages in Pflanzen, soweit bis jetzt von einer solchen die Rede sein kann, muß alle unter den verschiedenen Verhältnissen beobachteten Erscheinungen zu umfassen suchen. Man muß mit Daniel Colladon davon ausgehen, daß der electrische Strom vermag sich zu zertheilen oder sich zusammen zu ziehen, je nachdem der Körper ein guter oder schlechter Leiter ist. So durchschlägt er die Luft in Form eines Strahles, zertheilt sich aber, wenn er auf eine mit Vegetation bedeckte Fläche von gewisser Ausdehnung trifft, in ein Strahlenbüschel oder in eine erweiterte Ausbreitung und berührt zugleich eine Menge von Blättern, Zweigen u. s. w. Ist diese Vegetationsfläche von ganz gleichmäßiger Höhe und Beschaffenheit, wie in Weinbergen, Aeckern ꝛc., so wird die Ausbreitung des electrischen Stromes eine ungefähr kreisförmige werden müssen, wo die Wirkung im Centrum am stärksten ist und gegen die Peripherie sich abschwächt. Wo aber die Vegetationsfläche Unregelmäßigkeiten der Form und Erhebung zeigt, wie die Oberfläche eines Baumes oder eines Waldes, da zertheilt sich der electrische Strom über eine große Fläche und hüllt den ganzen Wipfel eines oder mehrerer Bäume zugleich ein. Es ist möglich, daß in solchem Falle mehrere Centren der Einwirkung vorhanden sind, und wahrscheinlich, daß die electrische Ausbreitung für jeden Fall eine verschiedene Form hat, die durch diejenige der Baumwipfel bestimmt wird. Auch wird man vermuthen dürfen, daß je gleichmäßiger und auf eine je größere

[1]) l. c. pag. 555—556.

Fläche die electrische Entladung sich vertheilt, desto geringer die Wirkung auf die berührte Oberfläche sein wird, die sich bis zu einem vollständigen Unverletztbleiben des Laubes abschwächen kann. Die Annahme einer solchen Ausbreitung des electrischen Stromes über die Krone des Baumes wird auch durch den Umstand bekräftigt, daß derselbe oft nicht in einer einzigen, sondern in mehreren getrennten Bahnen am Stamme herabgeht. Um endlich in den Boden zu gelangen, muß er den Baumstamm der Länge nach durchschlagen, und da dieser ein schlechter Leiter ist, zieht er sich hier auf eine enge Bahn zusammen, die er entweder bis zum Boden verfolgt, oder aus welcher er schon vorher heraus und in den Boden überspringt.

---

4. Abschnitt.

Krankheiten, welche durch andere Pflanzen hervorgebracht werden.

---

1. Theil.

Parasitische Pilze.

Lebensweise der Pilze überhaupt. Schmarotzerpilze als Krankheitserreger.

Im Reiche der Pilze giebt es eine sehr große Anzahl Arten, welche Schmarotzer, Parasiten sind, d. h. auf lebenden Körpern anderer Organismen wachsen und zu ihrer Entwickelung nothwendig dieses lebenden Bodens bedürfen, weil sie die erforderliche Nahrung aus den Bestandtheilen des befallenen Körpers nehmen müssen. Diese eigenthümliche Ernährungsweise hängt mit der von den meisten übrigen Pflanzen abweichenden Organisation der Pilze zusammen. Pflanzen, welche wie die Pilze kein Chlorophyll besitzen, sind nicht der gewöhnlichen vegetabilischen Ernährung aus anorganischen Nährstoffen (Kohlensäure) fähig; ihre Nährstoffe müssen schon die Form von organischen Verbindungen haben. Mit diesem Bedürfniß hängt daher die Art des Vorkommens aller chlorophylllosen Pflanzen zusammen. Sie bewohnen entweder leblose organische Körper oder Orte, wo dergleichen oder die Zersetzungsproducte solcher vorhanden sind, und ernähren sich aus den organischen Verbindungen, die bei der Fäulniß oder Verwesung derselben gebildet werden; es sind Fäulnißbewohner oder Saprophyten. Oder sie siedeln sich auf den lebenden Körpern gewisser Pflanzen oder Thiere an und zehren von deren Bestandtheilen, sie sind Parasiten. Der Organismus, welcher von einem Parasit befallen wird, heißt dessen Wirth. Ist derselbe eine Pflanze, so wird er auch als die Nährpfanze des Schmarotzers bezeichnet. Wir finden nun fast bei allen pflanzenbewohnenden Schmarotzerpilzen, daß durch die Ansiedelung

die Ernährung und die Entwickelung des Parasiten, die auf Kosten der Nährpflanzen stattfinden, Störungen der Lebensprocesse verschiedener Art an der Nährpflanze hervorgebracht werden, die meistens den Charakter ausgeprägter Krankheiten haben. Ueber die ursächliche Beziehung der Schmarotzerpilze zu diesen Krankheiten besteht im Großen und Ganzen heutzutage kein Zweifel mehr. Daß man früher, wo niemand wußte, daß die in Rede stehenden krankhaften Bildungen Pilze sind oder solche enthalten, nach anderen Ursachen suchte, ist selbstverständlich. Aber auch nachdem Persoon in seiner 1801 erschienenen Synopsis Fungorum viele dieser Krankheiten, besonders die Brand- und Rostbildungen, zum ersten Male als Pilze bezeichnete, wurde jene Beziehung nicht sobald erkannt. Die mangelhafte Kenntniß der Entwickelung dieser Pilze verleitete zu der Ansicht, daß dem Auftreten derselben schon eine krankhafte Veränderung vorausgegangen sein müsse, daß vielmehr die abnorme Bildungsthätigkeit der Pflanze endlich in diese Pilzgebilde gleichsam ausarte, die letzteren durch Urzeugung aus der veränderten Pflanzensubstanz hervorgehen, also weit weniger die Ursache als die Folge oder das Symptom der Krankheit seien. Die 1833 erschienene Schrift Unger's „die Exantheme der Pflanzen“ vertritt auf das bestimmteste diese Anschauung; auch Meyen's Pflanzenpathologie (1841) ist noch in derselben befangen. Erst ungefähr seit Anfang der fünfziger Jahre ist besonders durch die Arbeiten Tulasne's, de Bary's und Kühn's der Beweis vielfältig erbracht worden, daß diese Pilze gleich anderen Pflanzen durch Keime sich fortpflanzen, nur aus diesen wieder entstehen und erst durch ihre Entstehung und Entwickelung die krankhaften Veränderungen an ihrer Nährpflanze hervorbringen. Die unzweifelhafteste Beweisführung beruht in dem Gelingen des künstlichen Infectionsversuches: es werden die Keime (Sporen) des parasitischen Pilzes auf eine gesunde Pflanze gebracht, und wenn dieselben hier zu einem neuen Pilz sich entwickeln, und dadurch zugleich die charakteristische Krankheit an der Pflanze hervorgebracht wird, während andere unter sonst gleichen Verhältnissen gehaltene, gleich entwickelte Individuen derselben Pflanzenart Pilz und Krankheit nicht zeigen, so ist in streng exacter Weise die Infectionskraft des Pilzes bewiesen. Für viele pilzliche Infectionskrankheiten der Pflanzen besitzen wir solche Beweise, für zahlreiche andere freilich noch nicht. Es soll im Folgenden überall hervorgehoben werden, wo dieses bereits der Fall ist. Für die anderen Parasiten darf das gleiche Verhältniß angenommen werden, wenn folgende Umstände gegeben sind, die uns als Wahrscheinlichkeitsgründe einstweilen genügen können. Jede von einem Parasiten erzeugte Krankheit ist ausnahmslos von demselben begleitet. Und das erste Auftreten des Pilzes geht den pathologischen Veränderungen voraus; insbesondere wenn die Krankheit an einem Pflanzentheile all-

mählich sich ausbreitet, ist der Pilz bereits in den an der Grenze liegenden noch nicht erkrankten Partien vorhanden.

Art, wie der Schmarotzerpilz die Nährpflanze bewohnt.

Die Art und Weise der Ansiedelung eines Schmarotzerpilzes hängt natürlich mit der Organisation desselben zusammen. Zunächst tritt hier der Unterschied der epiphyten und der endophyten Parasiten hervor. Unter ersteren verstehen wir diejenigen, welche nur auf der Oberfläche einer Pflanze wachsen, unter letzteren diejenigen, welche zum Theil oder ganz innerhalb der Pflanzentheile sich befinden. Bei den einfachsten Pilzen, welche aus einer einzigen, nahezu isodiametrischen Zelle bestehen, ist diese entweder einer Nährzelle aufgewachsen oder lebt in einer solchen eingeschlossen oder wol auch zwischen den Zellen der Nährpflanze. Die Mehrzahl der Pilze hat schlauchförmige oder fadenförmige Zellen, sogenannte Hyphen, die sich in neue Fäden verzweigen, und alle Fäden sind an ihren Spitzen steten Längenwachsthumes fähig, wodurch der Pilz auf weite Strecken seine Nährpflanze über- oder durchwuchern kann. Diesen aus Hyphen bestehenden Theil, welcher das eigentliche Ernährungsorgan des Pilzes ist, nennt man das Mycelium. Dasselbe wächst bei Epiphyten auf der Epidermis der Pflanzentheile, bei Endophyten in den inneren Geweben, hier entweder nur zwischen den Zellen (in den Intercellulargängen) sich verbreitend oder auch die Zellen, d. h. deren Membran durchbohrend, im Innenraum der Zellen sich ansammelnd oder denselben querdurchwachsend. Von dem Mycelium ist gewöhnlich der fructificirende Theil des Pilzes deutlich unterschieden, d. h. die Organe, an welchen die Fortpflanzungszellen (Sporen) gebildet werden. Diese im Allgemeinen als Fruchtträger zu bezeichnenden Organe sind eine vom Mycelium entspringende, von diesem Nahrung empfangende Bildung, auf deren Verschiedenheiten die Unterscheidung der Pilze in Gattungen und Arten vornehmlich beruht. Bei den Epiphyten befinden sie sich ebenfalls oberflächlich, bei den Endophyten sind es oft die einzigen an der Oberfläche der Nährpflanze erscheinenden Organe oder befinden sich ebenfalls im Innern des Pflanzenkörpers und sind wegen ihrer Eigenthümlichkeit oft eins der Hauptsymptome der Krankheit. Viele Schmarotzerpilze entwickeln mehrere verschiedene Fruchtträger, die entweder nach einander an demselben Mycelium zur Entwickelung kommen oder in einem echten Generationswechsel auf einander folgen, dergestalt, daß aus den Sporen der zuerst gebildeten Fruchtform ein Mycelium mit der zweiten Fruchtform sich entwickelt. Es kann mit diesem Generationswechsel selbst ein Miethswechsel verbunden sein, so daß die folgende Generation auf einer anderen Nährpflanze ihre Entwickelung findet. Diese für die Pathologie der parasitären Krankheiten in hohem Grade wichtigen Verhältnisse können jedoch hier nur allgemein angedeutet werden;

sie sind nach den speciellen Fällen verschieden und finden dort ihre eingehendere Erörterung.

Sporen der Schmarotzerpilze.

Die Keime oder Sporen der parasitischen Pilze sind gemäß dem Gesagten die Elemente, aus denen sich der Schmarotzer immer von neuem erzeugt. Die in Rede stehenden Krankheiten sind daher ansteckender Natur, und die Sporen stellen das Contagium dar. Sie sind bei allen Pilzen von mikroskopischer Kleinheit und nur wo sie in ungeheuren Mengen gebildet werden, dem unbewaffneten Auge als eine Staubmasse erkennbar. So hat z. B. die einzelne Spore des Staubbrandes des Getreides 0,007 bis 0,008 Mm. im Durchmesser; ein Klümpchen Brandpulver von 1 Cubikmillimeter enthält also gegen 7000 Sporen. Die Spore des Schmarotzers der Kartoffelkrankheit ist durchschnittlich 0,027 Mm. im Durchmesser. Sie ist eine der größten, jene eine der kleinsten Sporen, und geben diese Maße daher eine ungefähre Vorstellung von den hier herrschenden Größenverhältnissen. Die Kleinheit und sonstige Beschaffenheit der Sporen macht sie zur weiten Verbreitung außerordentlich geschickt. Bei den meisten Pilzen sind es vollständige, mit einer Haut umgebene Zellen, welche im reifen Zustande von dem Pilze sich trennen, um unter geeigneten Bedingungen (zu denen vorzüglich Feuchtigkeit gehört) zu keimen. Wir unterscheiden in solchen Sporen einen Inhalt, bestehend aus Protoplasma, oft mit Oeltröpfchen; es ist das Material, welches bei der Keimung zu den Neubildungen verwendet wird. Die Sporenhaut besteht aus zwei mehr oder minder differenten Schichten: einer äußeren, derben, oft gefärbten, welche Episporium heißt, und einer inneren, dem Episporium unmittelbar anliegenden, zarten, farblosen Haut, dem Endosporium. Bei der Keimung wird in den meisten Fällen ein Keimschlauch gebildet, indem das Endosporium das Episporium durchbrechend in einen gestreckten Schlauch auswächst, der sich dann in der Regel unmittelbar weiter zum Mycelium entwickelt. Bei manchen Schmarotzerpilzen haben die Sporen die Organisation von Schwärmsporen oder Zoosporen: es sind nackte (d. i. von keiner Membran umgebene) plasmatische Zellen, die durch schwingende Wimperfäden (Cilien) in tummelnde Bewegung versetzt werden und nur im Wasser leben, daher auch nur durch das Wasser verbreitet werden, während die mit fester Membran umgebenen Sporen nach erlangter Reife vor der Keimung in einem Ruhezustand sich befinden, in welchem sie Trockenheit ertragen können und daher häuptsächlich durch die Luft ihre weite Verbreitung finden.

Art des Befallens durch einen Schmarotzerpilz.

Eine Pflanze wird von einem Schmarotzerpilz entweder dadurch befallen, daß das in der Nachbarschaft schon vorhandene Mycelium in die Nährpflanze hineinwächst. So besonders bei Parasiten unterirdischer Organe, wo sich oft das Mycelium von Wurzel zu Wurzel verbreitet. Bei allen Schmarotzer-

pilzen aber, welche oberirdische Organe bewohnen, wird die Uebertragung fast immer durch die Sporen vermittelt. Letztere gelangen nur an die freie Oberfläche des Pflanzentheiles. Ein wirkliches Eindringen der Sporen selbst findet, auch bei Endophyten, nicht statt. Davon machen nur manche Schwärmsporen eine Ausnahme, welche direct die Membran einer Epidermiszelle oder einer Alge durchbohren, in die Nährzelle einschlüpfen, um nun in derselben sich weiter zu entwickeln. Viele andere Schwärmsporen werden vor der Keimung zu ruhenden Sporen, sie bekommen eine Sporenhaut und verhalten sich dann allen übrigen mit fester Membran versehenen Sporen gleich. Bei diesen ist es immer der Keimschlauch, welcher vermöge seines Spitzenwachsthums ins Innere der Nährpflanze eindringt. Hat der Pflanzentheil Spaltöffnungen, so nimmt jener seinen Weg durch diese natürlichen Poren und gelangt durch sie in die Intercellulargänge des inneren Gewebes; oder der Keimschlauch bohrt sich direct durch eine Epidermiszelle ein.

Auswahl des Pflanzentheiles.

Hinsichtlich des Pflanzentheiles, den der Parasit ergreift, zeigen die einzelnen Arten dieser Pilze ein für jeden charakteristisches Verhalten. Selbstverständlich wird dadurch das Wesen der Krankheit mit bestimmt, so daß diese Verhältnisse von hervorragendem pathologischen Interesse sind. Der Parasit überschreitet entweder den Ort seines Eindringens nur wenig, und somit bleibt auch die Erkrankung, die er bewirkt, auf eine kleine Stelle, auf ein einzelnes Organ beschränkt. Es kann dies eine Blüte oder ein Blütentheil, ein Flecken auf einem Blatte oder Stengel sein. Oder zweitens, der Pilz beginnt seine Entwickelung und Zerstörung zwar auch von einem gewissen Punkte aus, greift aber allmählich immer weiter um sich, so daß er endlich einen größeren Theil der Pflanze einnimmt und krank macht. Oder drittens, der Parasit dringt zwar an einem bestimmten Punkte in die Nährpflanze ein, bewirkt aber daselbst keine krankhaften Veränderungen, verbreitet sich vielmehr mittelst seines Myceliums in der Pflanze weiter, um endlich in einem anderen wiederum bestimmten Organe der Nährpflanze, welches sogar am weitesten von der Eintrittsstelle entfernt liegen kann, seine vollständige Entwickelung, insbesondere seine Fruchtbildung zu erreichen, und gewöhnlich ist es dann dieses Organ der Nährpflanze, welches allein zerstört wird, während der übrige vom Pilze durchwucherte Theil nicht merklich erkrankt (z. B. Brandpilze). Hierauf beschränken sich die allgemeinen Thatsachen, für das Weitere muß auf die speciellen Fälle verwiesen werden.

Auswahl der Nährspecies.

Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, daß im Allgemeinen jeder Schmarotzerpilz seine bestimmte Nährpflanze hat, auf welcher allein er gedeiht und in der Natur gefunden wird und für welche allein er somit gefährlich ist. Allerdings kommen viele Parasiten auf nahe verwandten

Arten, manche auf allen Arten einer Gattung vor; auch können nahe verwandte Gattungen von einer und derselben Parasitenspecies befallen werden, mit anderen Worten dieselbe Krankheit bekommen, besonders in solchen Pflanzenfamilien, deren Gattungen eine große nahe Verwandtschaft haben, wie bei den Gräsern, Papilionaceen, Umbelliferen 2c. Selten aber ist der Fall, daß ein Parasit Pflanzen aus verschiedenen natürlichen Familien befallen kann. Näheres ist auch hier unter den speciellen Fällen zu suchen.

Art der Wirkungen, die die Schmarotzerpilze hervorbringen.

Die Wirkungen, welche die Schmarotzerpilze an ihren Nährpflanzen hervorbringen und die ebenfalls bei jedem Parasiten genau bestimmte sind, lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen.

1. Der Pilz vernichtet die Lebensfähigkeit der Nährzellen nicht, bringt auch an ihnen keine merkliche Veränderung hervor, weder im Sinne einer Verzehrung gewisser Bestandtheile der Zelle, noch im Sinne einer Hypertrophie derselben. Die Zelle fährt auch in ihren normalen Lebensverrichtungen anscheinend ungestört fort, und der ganze Pflanzentheil zeigt nichts eigentlich Krankhaftes. Dieser jedenfalls seltenste und nicht eigentlich der Pathologie angehörige Fall dürfte bei einigen Chytridiaceen und Saprolegniaceen, die unten mit angeführt sind, vorliegen; freilich geht er ohne Grenze in den nächsten über.

2. Die Nährzellen und der aus ihnen bestehende Pflanzentheil werden weder in ihrer ursprünglichen normalen Form noch in ihrem Bestande, soweit er sich auf das Scelett der Zellhäute bezieht, alterirt, aber der Inhalt der Zellen wird durch den Parasit ausgesogen. Enthielten die Zellen Stärkekörner, so verschwinden dieselben; waren Chlorophyllkörner vorhanden, so zerfallen diese unter Entfärbung und lösen sich auf, nur gelbe fettartige Kügelchen zurücklassend, das Protoplasma vermindert sich oder schrumpft schnell zusammen; ein Zeichen, daß diese aussaugende Wirkung das Protoplasma und damit die ganze Zelle tödtet. Letztere verliert daher zugleich ihren Turgor, sie fällt mehr oder weniger schlaff zusammen, verliert leicht ihr Wasser und wird trocken, wobei oft der Chemismus an den todten Zellen seine Wirkung äußert, indem der zusammengeschrumpfte Rest des Zellinhaltes, bisweilen auch die Zellmembranen sich bräunen. Diese Einwirkung, die am besten als Auszehrung bezeichnet werden kann, hat für den betroffenen Pflanzentheil eine Entfärbung, ein Gelbwerden, wenn er grün war, oft ein Braunwerden, ein Verwelken, Zusammenschrumpfen und Vertrocknen, oder, bei saftreichen Theilen oder in feuchter Umgebung, faulige Zersetzung zur Folge.

3. Der Pilz zerstört das Zellgewebe total, auch die festen Theile der Zellmembranen desselben. Dies geschieht indem die Pilzfäden in außerordentlicher Menge die Zellmembranen in allen Richtungen durchbohren und dadurch zur Auflösung bringen, zugleich auch im Innern der

Zellen in Menge sich einfinden, so daß schließlich das üppig entwickelte Pilzgewebe an die Stelle des verschwundenen Gewebes der Nährpflanze tritt. Die Folge ist eine vollständige Zerstörung, ein Zerfall des in dieser Weise ergriffenen Pflanzentheiles.

4. Der Parasit übt auf das von ihm befallene Zellgewebe eine Art Reiz, eine Anregung zu reichlicherer Nahrungszufuhr von den benachbarten Theilen her und zu erhöhter Bildungsthätigkeit aus, er bewirkt eine Hypertrophie (pag. 225), das Umgekehrte der beiden vorigen Fälle. Die Pflanze leitet nach dem von dem Pilze bewohnten Theile soviel bildungsfähige Stoffe, daß nicht bloß der Parasit dadurch ernährt wird, sondern auch der Pflanzentheil eine für seine Existenz hinreichende, ja oft eine ungewöhnlich reichliche Ernährung erhält. Es tritt gewöhnlich eine vermehrte Zellenbildung ein, der Pflanzentheil vergrößert sich, bisweilen in kolossalen Dimensionen und fast immer in eigenthümlichen abnormen Gestalten, und trotzdem sind die Gewebe solcher Theile oft außerdem noch reichlich mit Stärkekörnern erfüllt. Mit dieser Vergrößerung des von ihm bewohnten Organes wächst und verbreitet sich auch der Pilz in ihm. Man nennt alle solche durch einen abnormen Wachsthumsprozeß entstehende locale Neubildungen an einem Pflanzentheile oder Umwandlungen eines solchen, in welchem der dies verursachende Parasit lebt, Gallen oder Cecidien, und wir nennen daher die hier zu besprechenden, mit Beziehung auf ihre Ursache Mycocecidien (Pilzgallen). Nach ihrer ursprünglichen Bedeutung wird die Bezeichnung Galle am ersten dort anzuwenden sein, wo die von dem Parasiten bewirkte und bewohnte Bildung mehr wie ein scharf abgegrenztes besonderes Organ an einem Pflanzentheile auftritt. Allein die große Mannigfaltigkeit dieser Bildungen verbietet hier eine enge Grenze zu ziehen, wir müssen den Begriff Galle in der weitesten durch die obige Erklärung bezeichneten Bedeutung nehmen. Jede wie nur immer geartete durch einen Schmarotzerpilz bedingte Bildung, die sich im normalen Zustande nicht zeigt, verdient die Bezeichnung Mycocecidium. Daß eine feste Grenze zwischen Galle und Nichtgalle sich nicht ziehen läßt, ist hiernach selbstverständlich. Selbst folgende eigenthümliche Veränderung, welche manche Schmarotzerpilze an ihrer Nährpflanze hervorbringen, kann hiervon nicht ausgenommen werden. Die ganze Pflanze oder ein vollständiger beblätterter Sproß ist von dem Parasit durchwuchert und wächst zu einem anscheinend gesunden Individuum heran, aber der Sproß sieht ganz fremdartig aus, er legt seine gewöhnlichen habituellen Eigenschaften ab und nimmt dafür neue Merkmale an, die sich besonders in einer anderen Blattbildung aussprechen, so daß man ihn für eine ganz andere Pflanze halten könnte, bleibt auch gewöhnlich steril (z. B. die von Aecidium Euphorbiae befallenen Sprosse, die durch Aecidium elatinum hervorgebrachten Hexenbesen der

Tanne). Für die Nährpflanze haben die Mycocecidien jedenfalls die Bedeutung eines Verlustes an werthvollen Nährstoffen, denn die Galle steht ganz im Dienste des Parasiten; endlich wird sie von diesem ausgezehrt und stirbt ab oder ihr Gewebe wird nach der unter 3 genannten Art vom Pilze **wirklich** zerstört, sobald dieser darin das Ende seiner Entwickelung erreicht. Sind aber durch die Gallenbildung Pflanzentheile ihrer normalen Function entzogen, so wird auch durch die Störung der letzteren Schaden gestiftet. So kann insbesondere wenn Blüten oder Früchte zu Mycocecidien degeneriren, **Unfruchtbarkeit** die Folge sein.

Erstes Kapitel.

Chytridiaceen.

Vorkommen, Organisation und Einwirkung der Chytridiaceen.

Die Chytridiaceen gehören zu den einfachsten Organismen, denn es sind mikroskopisch kleine einzellige Wesen, bei denen meist die ganze Zelle zum Fortpflanzungsorgane wird, die zum Sporangium, in welchem Schwärmsporen (Zoosporen), d. i. hier nur eine einzige Wimper besitzen, gebildet werden. Es sind fast sämmtlich Schmarotzer, einige in niederen Thieren, die Mehrzahl in Pflanzen; diese letzteren können daher Veranlassung zu pathologischen Zuständen an Pflanzen werden. Bei ihrer einfachen Organisation beschränkt sich das Vorkommen des einzelnen Individuums auf eine einzige Zelle der Nährpflanze, welche von den parasitischen Zellen mehr oder weniger vollständig ausgefüllt wird oder auf welcher der Schmarotzer nur äußerlich ansitzt. Die Chytridiaceen leben zum Theil in Epidermiszellen von Phanerogamen, zum Theil in und auf den Zellen von Thallophyten, und diese sind insofern von Interesse, als sie **Krankheiten der Algen** und anderer Thallophyten veranlassen. Die pathologischen Veränderungen sind freilich nur in wenigen Fällen von auffallender Form und verderblichem Grade und bestehen dann entweder in einer Hypertrophie der Nährzellen oder in einer Auszehrung derselben mit tödtlichem Ausgange. Bei der großen Zahl der bekannten Arten und der vielfachen Uebereinstimmung in den pathologischen Wirkungen, würde eine ausführliche Behandlung der Chytridiaceen mehr von mycologischem als pathologischem Interesse sein. Wir beschränken uns deshalb hier darauf, die parasitischen Formen mit ihren Merkmalen und mit Angabe ihres Vorkommens und ihres Einflusses auf die Nährpflanze kurz anzuführen. Bezüglich der Schmarotzer der Algen sind unsere Kenntnisse hauptsächlich in den unten citirten Arbeiten A. **Braun's** und **Schenk's** niedergelegt, denen die nachfolgenden Angaben zum größten Theil entlehnt sind.

I. Die parasitischen Chytridiaceen der Wasserpflanzen, besonders der Algen.

Epiphyte Chytridiaceen der Algen.

A. Epiphyten. Die hierher gehörigen Parasiten bilden die Gattung Chytridium *A. Br.* Das Sporangium sitzt einer Algenzelle äußerlich an, bisweilen mittelst eines wurzelartigen Fortsatzes durch die Membran der Nährzelle in diese eindringend. Die aus dem Sporangium geborenen Schwärmsporen setzen sich sogleich wieder an einer Nährzelle fest, um sich zu neuen Sporangien zu entwickeln. Beinahe in allen Fällen hat man beim Vorkommen dieser Parasiten krankhafte Veränderungen an ihren Nährpflanzen beobachtet. Von A. Braun[1]), dem wir die hauptsächlichste Kenntniß dieser Parasiten verdanken, werden von folgenden Chytridien derartige Fälle angegeben.

1. Chytridium olla *A. Br.* (Fig. 57 B). Sporangien an der Spitze mit Deckel sich öffnend, mit wurzelähnlichem Schlauch in dem Sporangium der Oedogonien wurzelnd, deren Spore dann nicht befruchtet und allmählich getödtet wird.

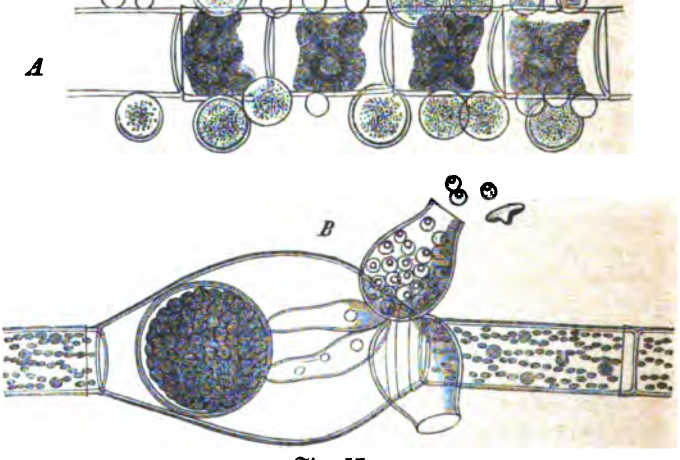


Fig. 57.

Chytridien auf Algenzellen. A. Chytridium globosum in zahlreichen verschiedenartigen Individuen auf einem Faden von Oedogonium fonticola, dessen Zellen dadurch erkrankt sind, indem ihr Inhalt zusammengeschrumpft ist. Ungefähr 400fach vergrößert. Nach A. Braun. B. Chytridium Olla, zwei Individuen auf einer Sporangiumzelle eines Fadens von Oedogonium rivulare, jede mit wurzelartigem Fortsatz in die Nährzelle eindringend und mit diesem an die große Spore sich ansetzend. Das eine Chytridium entleert das andere soeben mit einem abgehenden Deckel sich öffnend und die Schwärmsporen entlassend. 400fach vergrößert. Nach A. Braun.

---

[1]) Abhandl. d. Berl. Akademie 1855, pag. 28 ff.

2. Ch. acuminatum *A. Br.*, dem vorigen ähnlich, ebenfalls auf Sporangien der Oedogonien, mit einer Wurzel, die sich an die der Spore entsprechende zu einem unförmigen, von keiner Haut umschlossenen Klumpen contrahirte Inhaltsmasse ansetzt.

3. Ch. Lagenula *A. Br.* Sporangien flaschenförmig, an der Spitze ohne Deckel sich öffnend, oberflächlich ansitzend auf den Fäden von Conferva bombycina und Melosira, deren Zellen anscheinend gesund, nur etwas inhaltsleer waren; von Schenk[1]) auf Stigeoclonium beobachtet, wo der Inhalt der befallenen Zellen contrahirt und mißfarbig war.

4. Ch. globosum *A. Br.*, (Fig. 57 A). Sporangien kugelrund, ohne Deckel, oberflächlich ansitzend, oft in unsäglicher Menge auf Oedogonien, deren normal dunkelgrüner Inhalt vermindert und stellenweis von der Zellhaut abgelöst war, desgleichen auf Closterien, die um so stärker ausgesaugt und rascher getödtet wurden, je mehr Schmarotzer auf einer Closteriumzelle saßen. Aehnliche Arten kommen auf Eunotien vor, deren Inhalt dann spärlicher und auf zwei braune Kugeln reducirt wird. Eine andere Form ist auch auf Sphaeroplea annulina ebenso tödtlich beobachtet worden.

5. Ch. mamillatum *A. Br.* Sporangien mit zitzenförmigem Aufsatz, aber ohne Deckel, seitlich an den Fäden der Coleochaete pulvinata ohne bemerkbare schädliche Einwirkung. Eine wegen der in das Innere der Nährzelle eindringenden Wurzel vielleicht nicht zu dieser Art gehörige Form beobachtete Schenk (l. c.) auf Ulothrix zonata, wo der Inhalt der Nährzelle contrahirt, schmutzig grün, endlich braun gefärbt wird und zuletzt bis auf einen kleinen Rest verschwindet.

6. Ch. laterale *A. Br.* Sporangien kugelig, mit kurzen Wurzeln und 1 bis 3 stumpf kegelförmigen Mündungen, in Menge auf Ulothrix zonata, deren Zellinhalt dadurch von der Membran zurückgezogen und in eine unförmige Masse zusammengeballt war, wodurch die Umgestaltung in Schwärmsporen vereitelt wurde. Manche befallene Zellen bildeten aber noch 2 bis 4 Zoosporen (gegen 8 oder 16 im normalen Zustande), und diese wurden sogar von manchen kranken Zellen noch geboren, aber einzeln, nicht in einer Blase, und hatten lückigen, grünen Inhalt und schwächere, mehr taumelnde Bewegung.

7. Ch. transversum *A. Br.* Sporangien kugelig oder der Quere nach breiter, ohne Wurzel, mit zwei seitlichen Mündungen, auf Chlamidomonas pulvisculus, bis zu 12 Individuen auf einer Chlamidomonade, die in Folge dessen unbeweglich lag, unebenen Umriß zeigte, die grüne Farbe größtentheils verloren hatte und abstarb. — Eine andere Form, Ch. Haematococci *A. Br.* fand Vogt auf der Alge des rothen Schnees in den Berner Alpen.

8. Ch. Hydrodictyi *A. Br.* Sporangien kugelig oder eiförmig, mit nadelförmiger, im Innern der Nährzelle kugelig angeschwollener Wurzel, auf dem Wassernetz (Hydrodictyon utriculatum). Die befallenen Zellen bleiben um den dritten Theil dünner als die gesunden Zellen desselben Netzes. An der Ansatzstelle hat die Membran der Nährzelle eine buckelförmige Verdickung nach innen, durch welche die Wurzel eindringt, und an dieser Stelle wird der Zellinhalt chlorophyllfrei.

9. Ch. Lagenaria *Schenk*[2]), auf Zygnema stellinum, Spirogyra crassa

---

[1]) Verhandl. d. phys. medic. Ges. zu Würzburg. 1857. VIII. pag. 236.
[2]) l. c. pag. 242.

und Oedogonium; die Zelle aus zwei Hälften bestehend, von denen die eine außerhalb, die andere innerhalb der Nährzelle sich befindet, beide durch ein die Zellwand durchsetzendes, enges, röhrenförmiges Stück verbunden. Die innere Hälfte ist meist leer, kugelig oder quer gezogen und mit wurzelartigen Fortsätzen versehen, die äußere eiförmige Hälfte enthält die Zoosporen, welche durch die aufreißende Spitze austreten. Der Inhalt der befallenen Zellen zieht sich von der Wand zurück, die spiralige Lagerung der Chlorophyllbänder von Spirogyra wird geändert, das Chlorophyll färbt sich schmutzig grün, der übrige Inhalt bräunlich; der protoplasmatische Inhalt schwindet immer mehr, die Stärkekörner widerstehen am längsten der Zerstörung. Die keimenden Schwärmsporen treiben durch die Membran einen dünnen, fadenförmigen Fortsatz. Das innere Ende desselben schwillt zu der kugeligen Erweiterung an, welche die wurzelartigen Verlängerungen treibt. Der äußere Theil der Spore entwickelt sich zum Sporangium.

10. Ch. ampullaceum *A. Br.* Sporangien kuglig mit cylindrischer Mündungsröhre, auf Mougeotia-Fäden, deren Inhalt bandartig zusammenfällt.

11. Ch. apiculatum *A. Br.* auf Gloeococcus mucosus innerhalb der zarten Membran desselben, welche emporgehoben und von der zitzenförmigen Spitze des Sporangiums durchbrochen wird. Die befallenen Zellen sind oft mißgestaltet, verkrümmt und abgemagert.

12. Ch. anatropum *A. Br.* Die Individuen sind theils Sporangien, theils Dauersporen mit dicker gelbbräunlicher Membran, auf Chaetophora elegans von verderblichem Einfluß.

13. Ch. cornutum *A. Br.* auf Anabaena flos aquae, deren Fäden in Folge dessen zerfallen. — Außerdem werden von A. Braun noch erwähnt ohne Angabe einer Wirkung auf die Nährzelle: Ch. subangulosum auf Oscillaria tenuis; ferner[1]) Ch. volvocinum auf Volvox globator, Ch. brevipes auf Oedogonien, Ch. oblongum auf männlichen Zwergpflanzen von Oedogonium vesicatum.

Einige hierhergehörige neue Formen sind auch von Nowakowski[2]) beschrieben worden, nämlich:

14. Ch. Epithemiae, gestielt kugelig, mit zwei gewölbten Deckeln, auf den Schalen der Epithemia Zebra.

15. Ch. Mastigotrichis, kugelig oder elliptisch, mit verschieden langem, an der Spitze sich öffnendem Hals, oft mit einem oder mehreren fadenförmigen Fortsätzen an der Nährzelle sich befestigend oder in sie eindringend, auf den Fäden von Mastigothrix aeruginea, deren Absterben veranlassend.

16. Ch. microsporum, kuglig oder oval mit sehr kleinen Schwärmsporen und kaum wahrnehmbarer Mündung, ebenfalls auf Mastigothrix aeruginea.

Von Cohn[3]) wurde eine mit Deckel versehene, aber wurzellose Form, Ch. Polysiphoniae, auf Polysiphonia violacea von Helgoland beobachtet.

---

[1]) Monatsber. d. Berliner Akad. 1856.

[2]) Beitrag z. Kenntn. d. Chytridiaceen in Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pfl. II.

[3]) Hedwigia 1865. Nr. 12.

Endophyte Chytridiaceen der Algen ꝛc.

B. Endophyten. Das Sporangium entwickelt sich im Innern einer Wirthszelle, diese mehr oder weniger vollständig ausfüllend. Der Inhalt der Nährzelle wird entweder desorganisirt, häufig aber vergrößert sich die Zelle unter dem Einfluß ihres Parasiten, schwillt kugel- oder keulenförmig an und erscheint dann mit Zoosporen erfüllt. Das Sporangium treibt einen röhrenförmigen Fortsatz durch die Membran der Nährzelle und öffnet sich mittelst desselben nach außen, um die Zoosporen zu entlassen. Diese bohren sich wieder in eine Nährzelle ein, um dieselbe Entwickelung wieder zu beginnen. Wegen dieses Vorkommens hat man diese Pilze auf Meeresalgen und Saprolegniaceen früher für Antheridien oder eigene Arten von Sporen dieser Thallophyten selbst gehalten. Hierher gehören:

Olpidium.

I. Olpidium *A. Br.* Die parasitische Zelle entwickelt sich im Protoplasma der Nährzelle zu einem Sporangium mit kugel- oder eirunden Schwärmsporen.

A. Braun[1]) beobachtete mehrere Arten, nämlich: O. endogenum *A. Br.*, Sporangien niedergedrückt kugelig, mit flaschenförmigem, aus der Nährzelle hervorragendem Hals, in Closterium lunula, oft zahlreich auf dem zu einem bräunlichgrünen Strang zusammengefallenen Inhalte, O. decipiens *A. Br.* in den Sporangien von Oedogonium echinospermum, auf den Sporen, deren Inhalt braun gefärbt und zerstört wird, und O. entophytum *A. Br.* in den Zellen von Vaucheria und Spirogyra. Eine der letzteren ähnliche, aber durch die wurzelartigen Verlängerungen an dem in der Zelle liegenden Theile unterschiedene Art wurde von Schenk[2]) in Vaucheria geminata und sessilis gefunden und Chytridium rhizinum genannt. Ihr nachtheiliger Einfluß auf die Nährzelle ist sehr auffallend, indem nur der Inhalt auf der vom Parasit eingenommenen Strecke verändert, nicht selten diese Strecke durch Scheidewände von dem unveränderten Theile abgegrenzt wird. Die Infection geschieht, indem die an der Außenwand der Vaucheriazelle sich ansetzenden Zoosporen in einen fadenförmigen durch die Membran hindurchdringenden Fortsatz auswachsen, der sich im oberen Theile erweitert zum kugeligen Theile des Schmarotzers, während der übrige Theil der Spore zu dem hervorragenden Hals wird. Kny[3]) entdeckte eine andere Art (O. sphacelarum) in den Scheitelzellen von Cladostephus- und Sphacelaria-Arten; die Scheitelzelle verlängert sich dann keulenförmig, in ihrem Protoplasma wachsen eine oder mehrere parasitische Zellen heran. Eine ganz ähnliche Art (O. tumefaciens) fand Magnus[4]) in den dann angeschwollenen Wurzelhaaren, seltener in Scheitel-, Glieder- und Rindezellen von Ceramium-Arten. Ferner hat Cohn (l. c.) ein O. (Chytridium) Plumulae in den Zellen von Antithamnion Plumula Thur., sowie ein O. (Chytridium) entosphaericum in den Zellen von Bangia fuscopurpurea und Hormidium penicilliformis, die Nährzellen tödtend und ganz oder theilweis ausfüllend beobachtet. Hierhergehörige Formen hat auch Nowakowski (l. c.) gefunden, nämlich O. (Chytridium) destruens

[1]) Abhandl. d. Berl. Akad. 1855 und Monatsber. d. Berl. Akad. 1856.
[2]) l. c. pag. 238.
[3]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 21. Nov. 1871.
[4]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 1872.

in den Zellen von Chaetonema, den Zellenraum ausfüllend und den unverdauten Theil des Zelleninhaltes als bräunliche Körperchen einschließend, und O. (Chytridium) Coleochaetes in den Oogonien der Coleochaete pulvinata, den Inhalt der Oosphäre verzehrend und zu röhrenförmigen, mit der größeren Hälfte aus dem Oogonium herausragenden Zellen auswachsend, welche an der Spitze die Zoosporen entlassen.

Eine verwandte als Rhizophydium Dicksonii bezeichnete Form kommt nach Wright[1]) in den Zellen von Ectocarpus-Arten vor, deren Fäden durch die anfangs kugelige, später unregelmäßige bis oblonge Parasitenzelle oft verkrümmt werden.

Olpidiopsis.

II. Olpidiopsis *Cornu*. Eine von Cornu[2]) aufgestellte Gattung, von welcher mehrere Arten in den Schläuchen von Saprolegniaceen leben. Sie ist von der vorigen Gattung dadurch unterschieden, daß die parasitischen Individuen in zweierlei Zuständen existiren: theils als runde oder länglichrunde Sporangien, die mit röhrenförmiger Mündung nach außen sich öffnen und längliche, schwach gekrümmte Zoosporen erzeugen, theils als andere runde Zellen, die ebenfalls im Protoplasma der Nährzelle eingeschlossen sind, aber keine Zoosporen erzeugen, sondern eine kuglige Protoplasmamasse darstellen, die später eine dicke Membran bekommt, welche mit einem stacheligen, braungefärbten Episporium versehen ist. Cornu nennt diese letzteren Zellen wol mit Recht Dauersporen, obgleich über ihr weiteres Schicksal nichts bekannt ist. Der Parasit sitzt in kolbigen terminalen Anschwellungen seitlicher Zweige oder der Spitzen der Schläuche von Saprolegniaceen, mit deren Antheridien er früher verwechselt wurde.

Rozella.

III. Rozella *Cornu*. Von dieser ebenfalls durch Cornu (l. c.) bekannt gewordene Gattung gilt das nämliche wie von der vorigen; sie unterscheidet sich nur darin, daß die Membran der parasitischen Zelle mit derjenigen des Saprolegniaceen-Schlauches untrennbar innig verwachsen ist, so daß der Parasit wie eine eigene Bildung der Nährpflanze aussieht. Es sind mehrere Arten dieser Gattung bekannt, die sich in bauchig verdickten Stellen oder blasig angeschwollenen Aestchen der Schläuche verschiedener Saprolegniaceen entwickeln. Die parasitische Zelle ist anfangs membranlos, ein nacktes Protoplasma im Protoplasma der Nährzelle; dasselbe vergrößert sich und umkleidet sich erst dann mit einer Haut, wenn es die Membran der Nährzelle berührt und wird dann entweder zu einem Sporangium, oder zu einer Dauerspore.

Woroninia.

IV. Woroninia *Cornu*. Bei dieser wiederum von Cornu (l. c.) beschriebenen Gattung ist die Parasitenzelle kein einfaches Sporangium, sondern ihre Membran, die hier wie bei der vorigen mit der Membran

---

[1]) citirt in Just, bot. Jahresb. für 1877, pag. 107 und 157.

[2]) Ann. des sc. nat. 5. sér. T. XV. 1872.

der Nährzelle fest verwachsen ist, umschließt, ohne jedoch diesen innig anzuliegen, eine Mehrzahl von Sporangien, einen sogenannten Sorus. Uebrigens stimmt die Gattung hinsichtlich der Form der Zoosporen und der Bildung von Dauersporen außer dem Sorus mit den beiden vorigen überein. Die W. polycystis *Cornu* schmarotzt in den Schläuchen von Achlya.

V. **Rhizidium** *A. Br.* Dieser Parasit ist zweizellig, er besteht aus dem Sporangium und einer Wurzelzelle, welche lang fadenförmig und in viele Zweige mit äußerst feinen Enden getheilt ist. Man kennt zwei Arten:

Rhizidium.

1. **Rhizidium mycophilum** *A. Br.*[1]), lebt im Schleim der Chaetophora elegans. Die Schwärmsporen des Parasiten treiben, wenn sie sich an der Nährpflanze festgesetzt haben, an dem ansitzenden Ende einen langen Keimfaden, der sich zur Wurzelzelle entwickelt, während aus der Spore das Sporangium wird. In letzterem werden Zoosporen gebildet, die durch eine papillenartige Mündung an der Spitze austreten. Andere Individuen entwickeln sich im Herbst zu Dauersporen mit dicker, höckriger, brauner Membran. Letztere keimen nach längerer Ruhezeit, indem ihr Inhalt als Blase heraustritt, in welcher sich Schwärmsporen bilden.

2. **Rh. intestinum** *Schenk* auf den Zellen der Nitella flexilis. Nach Schenk[2]) keimen die Zoosporen auf der Oberfläche der Nitellaschläuche und treiben durch deren Haut einen feinen Fortsatz hindurch, worauf der ganze Inhalt der Schwärmspore in das Innere der Nährzelle überfließt; dort bildet er die wurzelartige Verzweigung und die große Sporangiumzelle, welche nur mit einem halsartigen Fortsatz die Haut der Nitella durchbohrt und herausragt; durch denselben gelangen die im Sporangium gebildeten Zoosporen heraus.

VI. Cladochytrium *Nowak.* Von den übrigen Chytridiaceen weicht diese durch Nowakowski (l. c.) bekannt gewordene Gattung besonders darin ab, daß sie zarte verästelte Fäden bildet, die als Mycelium bezeichnet werden können und an denen entweder intercalar aus angeschwollenen Stellen, die sich durch Querwände abgrenzen, oder terminal am Ende einzelner Mycelzweige Zoosporangien entstehen, die sich durch eine halsförmige Mündung oder mittelst eines Deckels öffnen.

Cladochytrium.

1. **Cladochytrium elegans** *Nowak.* In dem Schleime der Chaetophora elegans, die Zoosporangien endständig auf den Zweigen der Myceliumfäden, mit Deckel sich öffnend.

2. C. tenue *Nowak.* Die zarten Mycelfäden in den Geweben der vegetativen Organe von Acorus Calamus, Iris Pseudacorus und Glyceria spectabilis wuchernd, die Sporangien intercalar aus Anschwellungen der Fäden sich bildend und ihre Nährzelle theilweis oder ganz erfüllend, die Zoosporen durch einen Hals aus der Nährzelle hervortretend.

---

[1]) Vergl. A. Braun, Monatsber. d. Berl. Akad. 1856 und Nowakowski, l. c.

[2]) Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche. Würzburg 1858.

II. Die in Epidermiszellen der Phanerogamen lebenden Chytridiaceen.

Synchytrium.

Alle hierher gehörigen Chytridiaceen bilden zusammen die Gattung Synchytrium *de By et Woron.* Sie leben innerhalb der Epidermiszellen grüner Theile sehr verschiedenartiger Phanerogamen. Die von dem Parasiten bewohnte Epidermiszelle vergrößert sich um das Vielfache ihrer normalen Größe, und oft vermehren und vergrößern sich auch die Nachbarzellen und überwuchern jene, so daß sehr kleine Gallen in Form gelber der dunkelrother Wärzchen oder Knötchen entstehen. Dem Leben des Pflanzentheiles sind dieselben nicht merklich nachtheilig, und nur wo sie in sehr großer Menge nahe beisammen sich bilden, werden sie auffallender und können ein Blatt in seiner normalen Formbildung hemmen. Die ersten Synchytrium-Arten sind erst 1863 von de Bary und Woronin[1]) entdeckt worden, denen wir auch die näheren Kenntnisse über die Entwickelung derselben verdanken. Durch Schröter[2]) sind viele neue Arten bekannt geworden. Nach der Art und Weise ihrer Entwickelung können wir zwei Gruppen von Synchytrien unterscheiden. Bei allen bildet sich der Parasit in seiner Nährzelle zu einer Dauerspore aus: eine einfache, meist runde Zelle mit sehr dickem, dunkelgefärbtem, oft höckerigem Episporium, zartem, farblosem Endosporium und ölhaltigem Protoplasma als Inhalt. Sie werden im Frühlinge nach Verwesung der sie bergenden Pflanzentheile frei und keimen, indem ihr Inhalt in Schwärmsporen zerfällt. Die letzteren bohren sich nun in Epidermiszellen der neugebildeten Theile der Nährpflanze ein, und jede wird hier zu einer neuen Parasitenzelle, indem sie sich mit einer Membran umgiebt und, gleich der Zelle, die sie bewohnt, an Umfang beträchtlich zunimmt. Bei der einen Gruppe von Arten wird daraus unmittelbar wieder eine Dauerspore; auf der lebenden Pflanze kommt keine andere Generation zur Entwickelung. Aber bei der Keimung der Dauerspore bildet sich durch Theilung des Inhaltes der Spore, welcher vom Endosporium wie von einer Blase umhüllt hervortritt, ein Sorus, d. h. ein Haufen von Zellen, welche den Charakter von Sporangien haben, d. h. nachdem sie sich von einander getrennt haben, die Schwärmsporen durch Theilung ihres Inhaltes erzeugen. Bei den anderen Arten kommt diese Generation auf der Nährpflanze zur Entwickelung. Hier streift nämlich die Parasitenzelle innerhalb der Epidermiszelle ihre Membran ab und theilt sich in einen Haufen durch gegenseitigen Druck polyedrischer Zellen (Fig. 58 A); jede Zelle dieses Sorus wird ein Sporangium (Fig. 58 B und C) und entleert endlich ihren

---

[1]) Berichte d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg 1863, III. Heft 2.

[2]) Cohn's Beiträge zur Biologie d. Pfl. I. pag. 1 ff.

Inhalt in Gestalt zahlreicher Schwärmsporen, welche sogleich wieder in Epidermiszellen eindringen und dieselben Bildungen wiederholen. Dieses geht während des Sommers mehrere Generationen fort; zuletzt wird kein Sorus mehr, und statt dessen eine Dauerspore gebildet, welche überwintert. Bei ihrer Keimung im Frühlinge sondert sich ihr Protoplasma sogleich in zahlreiche Schwärmsporen.

Da die Fortpflanzung dieser Pilze nur durch Schwärmsporen, also durch im Wasser lebende Keime erfolgt, so findet die Uebertragung des Pilzes auf die Nährpflanze nur durch Vermittelung des Wassers statt. Daher verbreiten sich diese Pilze nicht so weit, wie diejenigen, deren Sporen durch die Luft verweht werden, sondern das Auftreten derselben ist immer nur auf jeweils nahe beisammen stehende Individuen beschränkt und folgt der Verbreitung des Wassers auf dem Boden. Schröter (l. c.) führt mehrere dies bestätigende Beobachtungen an.

Die Gallenbildungen, welche die einzelnen Synchytrien hervorrufen, scheinen für die Species derselben charakteristisch zu sein, doch dürfte auch die Verschiedenheit der Nährpflanze hierauf Einfluß haben. Das Bemerkenswertheste hierüber stellen wir nachstehend zusammen, indem wir die bekannten Arten kurz erwähnen.

Schröter (l. c.) hat 11 Species auf 16 verschiedenen Nährpflanzen beschrieben, von denen es jedoch noch nicht entschieden ist, ob sie sämmtlich specifisch verschieden sind.

Fig 58.

Synychitrium Succisae *de By et Woron.* A. Stück eines senkrechten Querschnittes durch eine Galle. Die Oberfläche am unteren Rande. Eine mächtig vergrößerte Epidermiszelle enthält den Sorus, dessen rothgelbe Zellen durch Druck polygonal abgeplattet sind; im hinteren Ende der Nährzelle die abgestreifte Haut des Parasiten. Ungefähr 100fach vergrößert. B. Zwei isolirte Zellen des Sorus von A, 500fach vergrößert. C. Eine der Zellen des Sorus, zum Sporangium ausgebildet, zahlreiche, mit je einer Wimper versehene Schwärmsporen entlassend, 500-fach vergrößert. D. Eine ganze Galle, auf der Unterseite eines Blattes, central und vertical durchschnitten sammt der Blattfläche. Um die in der Mitte befindliche Vertiefung sind die vergrößerten Epidermiszellen gruppirt, in denen die Dauersporen liegen, 25fach vergößert. Nach Schröter.

I. **Eusynchytrium.** Das Protoplasma der Parasitenzelle ist durch Oeltropfen gelbroth gefärbt. Auf der lebenden Pflanze wird der Sorus der Sporangien und zuletzt Dauersporen gebildet.

1. **Synchytrium Succiae** *de By. et Woron.*, an der Unterseite der Blätter, besonders der Wurzelblätter, auch am Stengel und an den Hüllblättern von **Succisa pratensis.** Die Gallen, in denen die rothgelbe Synchytriumkugel zum Sorus sich entwickelt, sind goldgelbe halbkugelige Wärzchen, in denen die Nährzelle sich befindet (Fig. 58 A). Diese hat durch mächtige Vergrößerung sich tief in das Gewebe hinein erweitert, ist nur in einer Vertiefung des Scheitels der Galle außen sichtbar. Durch Vermehrung und Vergrößerung der Nachbarzellen werden die Nährzellen bis nahe zum Scheitel umwachsen und auf diese Weise die warzenförmig vorragende Galle gebildet. Die Dauersporen befinden sich in besonderen etwas später erscheinenden Gallen; diese sind etwa 1 Mm. hoch und breit, halbkugelig oder kurz cylindrisch, oben abgeflacht und in der Mitte nabelförmig vertieft; um die Vertiefung herum liegen die bräunlichen Dauersporen, welche gruppenweise stehen und meist zu mehreren in einer Epidermiszelle enthalten sind (Fig. 58 D). Nach Schröter[1]) entstehen diese Gallen aus denjenigen, in welchen vorher die Sporangienbildung stattgefunden; die Schwärmsporen schlüpfen in die Zellen des Wärzchens selbst ein und entwickeln sich hier zu Dauersporen. Doch erzeugen die Schwärmsporen auch neue, aber kleine Gallen, in denen dann eine isolirte Dauerspore sich findet.

2. **S. Stellariae** *Fuckel* auf **Stellaria media**, der vorigen fast ganz gleich.

3. **S. Taraxaci** *de By. et Woron.*, an den Blättern, Blütenschäften und Hüllblättern von **Taraxacum officinale** orangerothe, halbkugelige, denen der vorigen Arten ähnliche Gallen bildend. Die Zelle theilt sich direct, d. h. ohne Abstreifung der Haut, in Sporangien. Die Dauersporen liegen einzeln in der Nährzelle. An dieser Art haben de Bary und Woronin (l. c.) zuerst die Entwickelung der Synchytrien ermittelt.

II. **Chrysochytrium.** Protoplasma wie bei den vorigen gefärbt. Auf der lebenden Pflanze werden nur Dauersporen gebildet.

4. **Synchytrium laetum** *Schröt.*, auf den Blättern von **Gagea lutea** sehr kleine schwefelgelbe Pünktchen bildend. Letztere stellen die einfachste Form einer Galle dar, indem nur die Epidermiszelle, in welcher ein Schmarotzer lebt, bauchig aufgetrieben wird und als kleiner Höcker über die Blattfläche hervortritt. Die Dauersporen sind braunwandig, länglich elliptisch.

5. **S. Myosotidis** *Kühn*, auf **Myosotis stricta** und **Lithospermum arvense** dicht stehende, rothgelbe Knötchen bildend, deren jedes eine keulenförmige haarartige Aussackung einer Epidermiszelle ist, in welcher die kugelige oder kurz elliptische, braune Dauerspore sich befindet.

6. **S. aureum** *Schröt.*, auf **Lysimachia nummularia, Cardamine pratensis** und **Prunella vulgaris** lebhaft goldgelbe Knötchen bis zu Stecknadelkopfgröße verursachend. Dieses sind halbkugelige Gallen, die durch Wucherung der Nachbarzellen der stark vergrößerten Nährzelle entstehen; letztere liegt in der Scheitelmitte des Wärzchens. Die große, kuglige, braune Dauerspore wird einzeln in der Nährzelle gebildet.

---

[1]) l. c. pag. 19.

III. Leucochytrium. Weiße Synchytrien, d. h. mit farblosem Protoplasma. Entwickelung wie bei II.

7. Synchytryum Mercurialis *Fuckel*, auf den Blättern von Mercurialis perennis becherförmige Gallen bildend, indem die sich vergrößernde Nährzelle von den Nachbarzellen umwuchert wird, wodurch ein gestieltes, becherförmiges helles Wärzchen gebildet wird, in deren vertiefter Mitte die Nährzelle mit dem weißen Parasit ruht. An den Stengeln sind die Gallen halbkugelig. Die Dauersporen färben sich dunkler, wodurch das Wärzchen dieselbe Farbe annimmt; sie sind kurz elliptisch und haben braune, glatte Membran. Die Entwickelung dieser Art wurde vollständig von Woronin[1]) beobachtet.

8. S. Anemones *Woron.*, bildet auf Anemone nemorosa und ranunculoides kleine, fast schwarze Knötchen. Letztere sind halbkugelige Gallen, entstanden durch Umwucherung der benachbarten Zellen um die den Parasiten bergende vergrößerte Epidermiszelle. Der Zellsaft der Wärzchen färbt sich dunkel violett. Die Dauersporen sind kugelig und haben dunkelbraune, höckerige Membran.

9. S. globosum *Schröt.*, auf Viola canina. Gallen von der Form der vorigen, Dauersporen kugelig oder kurz elliptisch, mit gelber, glatter Membran.

10. S. anomalum *Schröt.*, auf Adoxa Moschatellina, ebensolche Gallen wie das vorige bildend, Dauersporen länglich, bohnen- oder nierenförmig, von sehr wechselnder Größe, mit hellbrauner glatter Membran.

11. S. rubrocinctum *Magnus*[2]), auf Saxifraga granulata. Die Gallenbildung ist auf die Epidermiszelle beschränkt; letztere tritt aber nicht über die Oberfläche vor, sondern erweitert sich nach innen.

Zweites Kapitel.

Saprolegniaceen.

Organisation und Wirkung der parasitischen Saprolegniaceen.

Die Saprolegniaceen sind zwar zum größten Theile Saprophyten, kommen aber wegen einer Anzahl pflanzenbewohnender parasitischer Gattungen hier in Betracht. Ihrer Organisation nach schließen sie sich unmittelbar an die Chytridiaceen an als die nächst höheren Organismen, denn sie haben ein schlauchförmiges einzelliges Mycelium (Fig. 59), Zoosporangien, die meist an den Enden der Schläuche und der Zweige derselben sich bilden und in denen Schwärmsporen mit einer oder meist zwei Cilien erzeugt werden, und meistens auch hochorganisirte Geschlechtsorgane (Fig. 59). in Form von Oogonien, welche aus kugeligen Anschwellungen der Schlauchspitzen entstehen, und von Antheridien. Die Oogonien werden durch die Antheridien befruchtet, in manchen Fällen bringen sie auch parthogenetisch ihre Sporen zur Entwickelung. Diese Oosporen werden einzeln oder zahlreich im Innern des Oogoniums gebildet und sind Dauer-

---

[1]) Bot. Zeitg. 1868, Nr. 6—7.
[2]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 345.

sporen mit ziemlich dicker Membran, welche erst nach einer Ruheperiode keimen. Sowol Schwärmsporen als Oosporen bringen wieder die Saprolegniacee hervor. Das Vorkommen der parasitischen Arten hat an ihren Nährpflanzen mehr oder minder bemerkbare krankhafte Störungen zur Folge, die sich meistens als auszehrende und allmählich tödtende Wirkungen darstellen.

I. Pythium *Pringsh.*

Pythium in Algen, in Vorkeimen von Gefäßkryptogamen und in Phanerogamen.

Diese Gattung hat deutlich entwickelte Schläuche, von welchen die endständigen Sporangien abgegrenzt sind. Die Schwärmsporen bilden sich erst außen vor der Oeffnung der Sporangien aus dem vorher ausgetretenen Inhalt derselben und häuten sich nicht. Die Oosporen werden, soweit bekannt, einzeln im Oogonium gebildet. Die parasitischen Arten bewohnen Pflanzen aus den verschiedensten Klassen und leben in allen endophyt, doch bilden sich ihre Sporangien oft außerhalb des Wirthes oder entleeren sich nach außen.

1. P. gracile *Schenk*[1]), in den Zellen von Spirogyra- und Cladophora-Arten und von Nitella flexilis, mit stark verzweigten Schläuchen, welche in den Algenzellen vielfach hin und hergebogen sind und die Scheidewände derselben durchbohren. Aus der Nährzelle ragen Aeste der Schläuche hervor, welche zu den Sporangien werden, in denen Schwärmsporen mit je einer Wimper in verschiedener Anzahl sich bilden. Der Parasit hat nach Schenk (l. c.) einen nachtheiligen Einfluß auf den Nährorganismus, indem das Protoplasma desselben zusammenschrumpft und sich trübt, in Folge dessen jede weitere Entwickelung der Zelle aufgehalten wird. Die Infection geschieht nach Schenk's Beobachtungen dadurch, daß die Schwärmsporen sich an der Algenzelle festsetzen und einen in dieselbe eindringenden Fortsatz treiben, worauf die ganze Spore in das Innere der Zelle hineinwächst; aus dem unteren Theile entwickeln sich dann die in der Zelle nach allen Richtungen wachsenden Schläuche, aus dem oberen Theile das aus der Zelle hervortretende Sporangium. Geschlechtsorgane sind nicht sicher bekannt.

2. P. entophytum *Pringsh.*, in Spirogyra-Arten und deren Copulationskörpern, aus welchen die zahlreichen nicht verästelten Schläuche hervortreten, die wahrscheinlich im Innern der Zelle zusammenhängen; sie verhalten sich als Sporangien und bilden Zoosporen mit einer Wimper. Oogonien sind unbekannt[2]).

---

[1]) Verhandl. d. phys. med. Gesellsch. Würzburg, 14. Nov. 1857. IX. pag. 12 ff.

[2]) Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. I. pag. 289.

3. P. Chlorococci *Lohde*[1]), auf Colonien von Chlorococcum, mit seinen feinen Fäden zahlreiche Algenzellen durchbohrend, welche in Folge dessen zusammengezogenen, braunen Inhalt zeigen und absterben. Auf den Zellen treibt der Pilz unregelmäßig rundliche Sporangien mit zahlreichen kleinen Zoosporen.

4. P. Equiseti *Sadeb.* von Sadebeck[2]) in den Vorkeimen von Equisetum arvense entdeckt, welche dem Parasiten vollständig erlagen. Die in einer Cultur gezogenen Vorkeime entwickelten sich anfangs vortrefflich; nach etwa zwei Wochen zeigte ein Theil der jungen Prothallien eine hellere bis hellbraune Färbung, eine Hemmung des Wachsthums verbunden mit der Neigung, die aufrechte Wachsthumsrichtung aufzugeben und sich der Oberfläche des Substrates anzulegen; endlich gingen die erkrankten Vorkeime zu Grunde und verschwanden vollständig. Die Wurzelhaare und die Zellen des Vorkeimes wurden von einem Mycelium durchzogen, welches aus einzelligen, reichlich verzweigten, ungleich dicken Fäden bestand, die in verschiedenen Richtungen quer durch die Zellen hindurchwuchsen. Es ist dies wahrscheinlich derselbe Pilz, der auch Milde[3]) schon die Culturen der Vorkeime des Equisetum arvense zerstörte. Sadebeck hat die Sporangien und die Geschlechtsorgane des Pilzes beobachtet. Er brachte die erkrankten Vorkeime in Wasser und sah darnach ein bedeutend schnelleres Wachsthum des Pilzes eintreten, wobei die einzelnen Mycelfäden die Zellwände des Vorkeimes und dessen Wurzelhaare durchbohrten und sich im Wasser weit verzweigten, so daß das Mycelium wie ein dichter Schleier den Vorkeim rings umgab. Besonders an diesen im Wasser entwickelten Fäden bildeten sich Sporangien und Geschlechtsorgane; letztere aber auch innerhalb der Nährzellen. Zunächst erfolgte die Bildung von Schwärmsporen, jedoch nur sehr selten. Dieselben entstehen in einer feinen hyalinen Blase, in welcher sie schon rotirende Bewegung zeigen. Die viel häufigeren Oogonien sind kugelförmige Anschwellungen der Enden der Mycelfäden, und häufig stehen zwei Oogonien hinter einander an einem Faden. Die Antheridien entspringen von einem Nebenaste des Mycelfadens oder von einem benachbarten Faden und wachsen auf die verschiedenste Art und Weise an das Oogonium an. Aus dem Befruchtungsprocesse, dessen Einzelheiten hier nicht näher geschildert werden können, resultirt die Bildung einer einzigen kugeligen, glattwandigen Oospore in jedem Oogonium. Sade-

[1]) Verhandl. d. bot. Sect. d. 47. Vers. deutsch. Naturforscher u. Aerzte zu Breslau 1874. Vergl. Bot. Zeitg. 1875. pag. 92.

[2]) Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 28. Aug. 1874 und Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. I. Heft 3. pag. 117 ff.

[3]) Nova acta Acad. Leop. XXIII. P. II. pag. 641.

beck gelang es, gesunde Vorkeime, die er in Wasser mit kranken zusammenbrachte, zu inficiren. Die Enden der im Wasser sich ausbreitenden Mycelfäden durchbohrten, sobald sie an den gesunden Vorkeim gelangten, dessen Zellwände und drangen in das Innere der Zellen ein, wo sie sich wie in den erkrankten weiter entwickelten und ausbreiteten; und es zeigten nun die künstlich inficirten Vorkeime wieder dieselbe Infectionskraft für weitere noch gesunde Pflänzchen. Bemerkenswerth ist, daß nur diejenigen Culturen erkrankten, welche auf Sand erzogen worden waren, nicht diejenigen, welche gleichzeitig daneben auf Gartenerde sich befanden, und daß immer zuerst die Wurzelhaare von den Mycelfäden durchzogen waren, was dafür zu sprechen scheint, daß das Substrat die Keime der Parasiten in sich tragen kann.

5. P. circumdans *Lohde*[1]), in Farnprothallien. Die verzweigten Fäden des Pilzes durchziehen die Zellen des Vorkeimes und brechen zahlreich an den Rändern desselben hervor. Die Enden dieser hervorgetretenen Fäden bilden reichlich kugelrunde, je 4 oder 8 Zoosporen enthaltende Sporangien, durch welche das Prothallium mit einer weißlichen Zone umsäumt wird. Oogonien sind nicht beobachtet worden. Ob der Pilz mit dem vorigen identisch ist, bleibt noch zu ermitteln. — Das von Lohde (l. c.) ebenfalls in Farnprothallien beobachtete und Completoria complens genannte Gebilde ist zu unvollständig bekannt, um seine systematische Stellung zu erhalten. Es besteht aus einem wurmförmig gewundenen Schlauch, welcher eine Zelle des Prothalliums ausfüllt, deren Wände sich bräunen und deren Chlorophyll schrumpft. Derselbe treibt in eine benachbarte Zelle einen feinen Fortsatz, welcher dort wieder zu einem wurmförmigen Schlauche sich vergrößert. An gewissen Punkten bilden sich in diesen Schläuchen 1 bis 3 nebeneinander liegende Kugeln dichteren Protoplasma's, die sich mit einer dicken vierschichtigen Membran umkleiden und reichen Gehalt an Oeltröpfchen zeigen; ihre Bedeutung ist unbekannt.

6. P. de Baryanum *Hesse*[2]), ein Parasit in Keimpflanzen verschiedener Phanerogamen, nämlich von Camelina, Trifolium repens, Spergula arvensis, Panicum miliaceum und Zea Mais. Die befallenen jungen Pflänzchen neigen sich um, indem ihr hypocotyles Stengelglied welk und dünn wird, und bald zu faulen beginnt. Im Parenchym dieser Stellen ist ein einzelliges schlauchförmiges, verästeltes Mycelium vorhanden, welches sowol in den Intercellulargängen als auch in den Zellhöhlen wächst und bis in die noch gesunden Theile verfolgt werden kann. In Wasser oder

---

[1]) l. c.

[2]) Pythium de Baryanum, ein endophytischer Schmarotzer. Halle 1874.

feuchter Luft wachsen die Fäden aus der Pflanze heraus. An den Enden der Fadenäste bilden sich kugelige Zellen; aus diesen werden theils Zoosporangien, theils Oogonien, theils Conidien. Die ersteren treiben eine halsförmige Ausstülpung, aus welcher der gesammte protoplasmatische Inhalt in einer von zarter Membran gebildeten Blase heraustritt; innerhalb derselben bildet sich der Inhalt zu einer Anzahl mit je einer Wimper versehener Schwärmsporen um, die aus der inzwischen aufgelösten Blase entweichen. Dieselben keimen in der gewöhnlichen Weise, und ihre Keimschläuche dringen in Keimlinge von Camelina ein, indem sie die Außenwand der Epidermiszellen durchbohren. Die Oogonien werden durch ein auf einem Nebenaste entstandenes, an das Oogonium sich anlegendes Antheridium befruchtet und bilden dann je eine Oospore. Manche der kugeligen Zellen gliedern sich, ohne Zoosporen zu bilden, ab und sind nach der Abtrennung fähig einen Keimschlauch zu treiben; auch von diesen Keimschläuchen wurde das Eindringen in die Nährpflanze in gleicher Weise wie bei den Schwärmern constatirt; Hesse nennt deshalb diese Organe Conidien. — Es ist kaum zu bezweifeln, daß mit diesem Pilz derjenige Schmarotzer identisch ist, den Lohde (l. c.) unter dem Namen Lucidium pythioides beschrieben hat, wiewol die Bildung der Schwärmsporen, deren Kenntniß zu dieser Entscheidung nothwendig wäre, hier zu unvollständig beobachtet worden ist. Aber die Umstände seines Auftretens und die Beschaffenheit seiner vegetativen und sexuellen Organe lassen den Pilz ganz mit dem vorigen übereinstimmend erscheinen. Es wäre dann das Vorkommen des Parasiten noch weiter verbreitet, indem ihn Lohde auf Keimpflanzen von Lepidium sativum, Sinapis, Beta und Stanhopea saccata auffand. Die Krankheitserscheinungen waren dieselben, wie die von Hesse beobachteten.

II. Saprolegnia *Nees ab Es.*

Saprolegnia in Algen und Moosen.

Von der vorigen Gattung ist vorstehende hauptsächlich nur durch die im Innern des Sporangiums stattfindende Bildung der Schwärmsporen, die sich ebenfalls nicht häuten, unterschieden. Die Oosporen entstehen meist in Mehrzahl, selten einzeln im Oogonium. Die Gattung ist mit Ausnahme der wenigen hier zu nennenden parasitischen Arten saprophyt.

1. S. de Baryi *Walz*[1]), in den Zellen der Spirogyra densa, die sehr dünnen, zarten, verzweigten Fäden innerhalb der Algenzelle kriechend und in das umgebende Wasser heraustretend, wo sie endständige kuglige Zoosporangien mit kurzem Hals tragen. Die Schwärmsporen sind einwimperig. Andere ovale sich abschnürende Zellen, von Walz Conidien genannt, sind wahrscheinlich vor der Zoosporenbildung sich ablösende

[1]) Bot. Zeitg. 1870, pag. 537.

Sporangien. Auf denselben Individuen, welche die Sporangien tragen, kommen auch Antheridien und endständige oder interstitielle kugelige, einsporige Oogonien vor. Nach Walz tödtet der Parasit die Algenzelle: sobald ein Faden in eine solche eingedrungen ist, zieht sich der Inhalt derselben zusammen und verliert seine charakteristische regelmäßige Anordnung; später nimmt beides zu; die Stärkekörner schwinden, das Chlorophyll wird endlich schwarz oder braun oder auch hellgelb bis farblos; die Celluloseschicht der Zellwand quillt etwas auf. Zuletzt verschwindet die Zelle völlig, und es bleiben nur die Oosporen übrig.

2. S. Schachtii n. sp. In dem Lebermoose Pellia epiphylla fand ich einen Schmarotzerpilz, welcher mir zwar unvollständig bekannt ist, doch unzweifelhaft in diese Gattung zu stellen sein dürfte. Aus der von Schacht[2]) gegebenen Abbildung eines Durchschnittes durch ein Pellia-Laub, in welchem zufällig ein Stück des Parasiten sichtbar ist, geht hervor, daß derselbe wenigstens schon gesehen worden ist. Ich fand ihn besonders in kräftigeren und fructificirenden Individuen und zwar in dem dicksten mittleren Theile des Laubes, an welchem unterseits die Wurzelhaare stehen und welcher besonders reichlich Stärkekörner in den Zellen enthält. Im jüngsten einjährigen Stück des Laubes, welches hinter der Insertion des Kapselstieles sich befindet, fand ich den Pilz schon im Frühjahr in den Wurzelhaaren, entweder nur erst in diesen oder auch bereits in den angrenzenden Zellen des Laubes. In den älteren mehrjährigen Theilen ist er auch reichlich in demjenigen Parenchym, welches den Wurzelhaaren zunächst liegt, also namentlich in der unteren Hälfte des mittleren Theiles des Laubes vorhanden. Er bildet scheidewandlose Fäden, deren größte Dicke 0,0045 Mm., deren geringste 0,0010 und noch weniger beträgt. In den Wurzelhaaren wachsen sie der Längsrichtung derselben parallel, meist zu mehreren, bisweilen ein ganzes Bündel, und oft ist beinahe jedes Wurzelhaar damit versehen. In der Epidermiszelle, zu welcher das Wurzelhaar gehört, erreichen sie die hintere Wand, oft schon hier reichlich sich verzweigend, durchbohren diese Wand und verbreiten sich nun quer durch die Zellräume wachsend im Parenchym weiter, indem sie dabei vorwiegend die Richtung nach der Spitze des Laubes einschlagen und sich mehr oder weniger reichlich verzweigen. In manchen Individuen entwickeln sich die Fäden in Menge und zu beträchtlicher Länge, und sind durch viele Zellen hindurch zu verfolgen; die Dicke der Fäden ist dabei meist eine sehr geringe, ihre Verzweigung eine reichliche, oft sehr unregelmäßig büschelförmige, wobei die Aestchen oft kurz bleiben und anschwellen, so daß sich ganz unregelmäßig gelappte Verdickungen oder Knäuel bilden. Fast immer ist

---

[1]) Anatomie u. Physiologie d. Gew. I. Taf. III. Fig. 8.

der Pilz steril; Zoosporangien habe ich nicht gesehen und nur sehr wenige Male Oogonien. Dieses sind innerhalb der Nährzellen am Ende eines Fadens, seltener interstitiell sich bildende kugelförmige Zellen, bis 0,04 Mm. im Durchmesser, mit deutlich dickerer, im reifen Zustande durchlöcherter Membran und mit dichtem Inhalt, der später in eine Mehrzahl von Kugeln, wahrscheinlich die Oosphären, zerfallen ist. Ueber die Antheridien und die Befruchtung habe ich nichts ermitteln können. Die Wirkung des Parasiten beschränkt sich darauf, daß die Zellen, in denen er sich reichlicher entwickelt hat, ihr Stärkemehl verlieren oder nur wenige in Zerfall begriffene oder auffallend kleine Stärkekörner enthalten. Sind Chlorophyllkörner in der Zelle vorhanden, so sind diese klein und stärkelos, aber grün. Sonst zeigt die Zelle nichts abnormes. Es kommen selbst mitten unter den befallenen Zellen einzelne vor, in welche der Parasit noch nicht eingedrungen ist und welche dann normal mit Stärke versehen sind. Der Pilz afficirt also nur unmittelbar die einzelne Zelle, in welcher er wächst, und zehrt nur das Stärkemehl derselben auf. Makroskopisch aber verräth sich am Lebermoose die Anwesenheit des Parasiten durch nichts; dasselbe gedeiht anscheinend völlig normal. Nach dem Gesagten erinnert der Pilz an das Pythium Equiseti; auch er gelangt durch die Wurzelhaare in den Thallus. Auch sieht man seine Fäden häufig durch die Membran der Wurzelhaare nach außen dringen und hier weiter wachsen; sie können sich also wahrscheinlich leicht auf andere Wurzelhaare verbreiten und benachbarte Pflanzen inficiren, da Pellia in zusammenhängenden ausgedehnten Rasen wächst. Diese für die vegetative Vermehrung des Pilzes sehr günstigen Verhältnisse dürften die relative Seltenheit der Sporenbildung erklären. An dem betreffenden Standorte ist der Pilz in der ganzen Ausdehnung des Baches, dessen Ränder mit Pellia bewachsen sind, verbreitet.

III. Lagenidium *Schenk.*

Lagenidium in Algen.

Diese Gattung stimmt in der Bildung der Schwärmsporen mit den vorigen überein, unterscheidet sich aber darin, daß der ganze, anfangs vegetative Schlauch sich zum Sporangium umbildet, indem entweder ein einziges Sporangium aus ihm wird oder indem er Einschnürungen mit Scheidewänden bildet und so in eine Reihe von Sporangien zerfällt. Hierher gehört Lagenidium globosum *Lindstedt*, welches zuerst von Schenk[1]) in den Zellen von Cladophora, Spirogyra und Mougeotia, später von Walz[2]) auch noch in den Zellen von Zygnema, Mesocarpus und Closterium gefunden worden ist. In der befallenen Zelle ist der

[1]) Verhandl. d. phys. med. Ges. zu Würzburg 1857 IX. pag. 20 ff.
[2]) Bot. Zeitg. 1870. Taf. IX.

Inhalt von der Membran abgelöst, bräunlich gefärbt, das Chlorophyll bald noch grün, bald mißfarbig, und bei Spirogyra immer in ein Band oder in einen Klumpen zusammengezogen, bei **Mougeotia** und Cladophora in eine mißfarbige krümliche Masse verwandelt. Der ziemlich dicke Schlauch liegt innerhalb der Algenzelle und entwickelt sich entweder zu einem einzigen, ungefähr kugeligen Sporangium (die von Schenk L. globosum genannte Form) oder gliedert sich in zwei oder mehr in einer Reihe liegende (L. proliferum *Schenk*). Jedes Sporangium treibt durch die Membran seiner Nährzelle einen Hals ins Wasser hinaus, durch welchen der Inhalt austritt, um sich zu den einwimperigen Zoosporen umzuwandeln. Schenk hat das Eindringen der Schwärmsporen in gesunde Algenzellen beobachtet. Bildung von Oosporen ist von Cornu[1]) gesehen worden: es werden von zwei nebeneinander liegenden Zellen die eine zum Oogonium, die andere zum Antheridium; das letztere treibt durch die Scheidewand den Befruchtungsschlauch. Das Oogonium entwickelt eine einzige, rothgefärbte, glatte Oospore.

IV. Aphanomyces *de By.*

Aphanomyces in Algen.

Die Bildung der Schwärmsporen erfolgt bei dieser Gattung anders als bei den vorhergehenden. Dieselben sind anfangs mit einer Haut umgeben, treten aus dem Sporangium aus, sind dann vor der Mündung desselben zu einem Köpfchen vereinigt, häuten sich, lassen die leeren Häute zurück und beginnen dann erst zu schwärmen. Sie werden bei dieser Gattung in langen cylindrischen Sporangien gebildet, in welchen sie in einer einfachen Reihe hinter einander liegen. Die Sporangien sind von den vegetativen Schläuchen abgegrenzt. Die Oogonien enthalten eine einzige Oospore. Mehrere Arten leben saprophyt; parasitisch ist nur A. phycophilus *de By.* (Fig. 59), den de Bary[2]) in Spirogyra lubrica und nitida aufgefunden hat. Die vegetativen Schläuche kriechen im Innern der Nährzellen und treiben durch die Membran derselben kurze Seitenzweige, an deren Enden entweder die Zoosporangien oder die durch kurze, spitze Aussackungen morgensternförmige Oogonien mit kugliger Oospore stehen. Die Spirogyrafäden, in denen der Parasit wuchert, werden meist eigenthümlich verändert und sterben ab. Ihr Primordialschlauch ist collabirt, sammt dem Inhalt mißfarbig, oft dunkel violett oder braun. Die Zellmembranen, besonders die Seitenwände sind gallertartig gequollen und oft von dem gelösten violetten Pigment durchdrungen. Der Parasit dringt von Zelle zu Zelle; bisweilen ist er in einer solchen schon anwesend, wenn die grüne Farbe noch vorhanden ist, doch ist dann

[1]) Bull. de la soc. bot. de France 1869, pag. 222.

[2]) Pringsheim's Jahrb. II. pag. 179.

der Primordialschlauch schon zusammengeschrumpft. Nach de Bary scheinen vorzugsweise kranke, schwach vegetirende Spirogyren von dem Parasit aufgesucht zu werden. Kräftig vegetirende in geräumigen Wasserschüsseln befiel derselbe nicht, wohl aber solche, die in flachen Schüsseln gezogen wurden und zum Theil spontan abstarben. Auch soll der Pilz am natürlichen Standorte in der unteren Schicht der Spirogyrenmassen, wo immer krankhaft veränderte und völlig zersetzte Fäden sich finden, am reichlichsten anzutreffen sein.

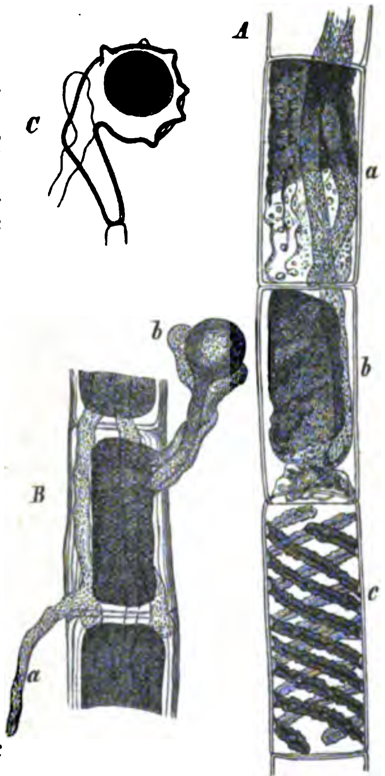


Fig. 59.

Aphanomyces phycophilus *de By.* A. Ein Fadenstück von Spirogyra nitida, aus drei Zellen a, b, c bestehend; a mit desorganisirtem, geschrumpftem, zum Theil gebräuntem Inhalt und mit zwei Parasitenschläuchen im Innern, die durch die obere Querwand eingetreten sind. Der eine tritt durch die andere Querwand in die Zelle b, deren Inhalt in gleicher Weise erkrankt ist und geht bis zur nächsten Querwand, durch welche die noch unversehrte Zelle c abgegrenzt ist; in letzterer der normale Bau des Zellinhaltes mit den Chlorophyllbändern. 250 fach vergrößert. B Getödtete Zellen derselben Alge mit dem Parasiten. a ein hervorgewachsener Ast des Schlauches. b mehrere solcher Aeste, welche junge Geschlechtsorgane, Oogonium und zwei Antheridien tragen. Vergrößerung ebenso. C Reifes Oogonium mit einer Oospore; auswendig der Rest des Antheridiums. Vergrößerung ebenso. Nach de Bary.

V. Achlyogeton *Schenk.*

Achlyogeton in Algen.

In der Bildung der Zoosporen stimmt diese Gattung wieder mit Aphanomyces überein, aber der ganze Schlauch zergliedert sich wie bei Lagenidium durch Scheidewände in Sporangien oder bildet nur ein einziges, wenn er sehr klein ist. Es sind zwei parasitische Arten bekannt:

1. A. entophytum *Schenk*[2]), in den Zellen von Cladophora einen unverzweigten in der Längsachse der Nährzelle gelegenen Schlauch bildend, welcher von dem veränderten Zelleninhalte und dem zusammengezogenen Primordialschlauche umgeben ist und in mehrere Sporangien zerfällt, die

[2]) Bot. Ztg. 1859. pag. 398.

die Wand der Nährzelle vermittelst eines Halses durchbohren, vor dessen äußerer Mündung die einwimperigen Schwärmer sich bilden.

2. A. solatium *Cornu*[1]), in den Zellen von Oedogonium, dessen Zellenreihe von den mehr oder weniger verzweigten Fäden durchsetzt wird. Letztere zergliedern sich durch Scheidewände in Sporangien, welche ebenfalls mittelst eines Fortsatzes die Wirthszelle durchbohren. Oogonien bilden sich aus Gliedern des Schlauches im Innern der Algenzellen.

VI. Ancylistes *Pfitzer*.

Ancylistes in Algen.

Von der vorstehenden Gattung ist die systematische Stellung noch zweifelhaft, sie hat aber mit den Saprolegniaceen die meiste Verwandtschaft. Sie wird von dem von Pfitzer[2]) entdeckten A. Closterii gebildet, welcher in Closterium-Zellen schmarotzt. Er stellt einen schlank cylindrischen, farblosen Schlauch dar, welcher oft die Wirthszelle von einem bis zum andern Ende durchzieht. Meist liegen die Parasiten zu mehreren in der Algenzelle zwischen den Chlorophyllplatten, welche dadurch aus ihrer normalen Lage verdrängt werden, ohne daß zunächst die Zelle zu Grunde geht. Die weitere Entwickelung des Parasiten hat aber den Tod des Closterium zur Folge. Der Schlauch theilt sich durch Querscheidewände in 6 bis 30 Zellen, deren jede mittelst eines Fortsatzes die Membran der Wirthszelle durchbohrt. Diese Fortsätze nehmen alles Protoplasma in sich auf, schließen sich hinten durch eine Scheidewand ab und verlängern sich durch Spitzenwachsthum weiter. Treffen dieselben auf gesunde Nährpflanzen, so heften sie sich mit ihrem stark anschwellenden Ende der Membran des Closterium fest an und durchbohren sie zuletzt mit einem dünnen Fortsatze, durch welchen das Protoplasma in das Innere der befallenen Alge gelangt, um hier wieder zu cylindrischen Schläuchen heranzuwachsen. Außer diesen ungeschlechtlichen Pflanzen kommen auch solche vor, welche Geschlechtsorgane erzeugen. Dann sind die Gliederzellen die Oogonien, und aus den Gliederzellen dünnerer Individuen werden seitliche Fortsätze getrieben, welche die Antheridien darstellen; diese legen sich den benachbarten Oogonien an und ergießen ihren Inhalt in diese, worauf das Oogonium anschwillt und zuletzt eine Oospore erzeugt. Zoosporenbildung ist unbekannt.

VII. Saccopodium *Sorok*.

Saccopodium in Algen.

Unter diesem Namen hat Sorokin[3]) eine Gattung aufgestellt, welche sich den Saprolegniaceen oder Chytridiaceen anreihen dürfte. Die einzige

[1]) Bull de la soc. bot. de France 1870, pag. 297.
[2]) Monatsber. d. Berl. Akad. Mai 1872.
[3]) Hedwigia 1877, pag. 88.

Art S. gracile *Sorok.* kommt als Parasit auf Cladophora- und Spirogyra-Arten in Kasan vor. Der einzellige verzweigte Schlauch lebt im Innern der Nährzelle; ein Ast desselben tritt weit nach außen hervor und trägt auf seiner Spitze ein Köpfchen von 6 bis 12 kugeligen Sporangien, welche Schwärmsporen erzeugen, die durch eine runde Oeffnung an der Spitze entleert werden.

Drittes Kapitel.

Peronosporeen.

Vorkommen, Organisation und Einwirkung der Peronosporeen.

Sämmtliche Peronosporeen sind pflanzenbewohnende Parasiten, ihre Wirthe phanerogame Landpflanzen aus den verschiedensten Familien. Alle haben ein endophytes, einzelliges, schlauchförmiges und verzweigtes Mycelium, welches in den Intercellulargängen wächst und bei manchen Arten Haustorien ins Innere der Zellen treibt in Form seitlicher Aussackungen von kolbiger oder schlauchförmiger Gestalt (Fig. 60). Alle entwickeln an der Oberfläche des befallenen Pflanzentheiles Fortpflanzungsorgane, die zur Verbreitung durch die Luft dienen: durch Abschnürung entstehende einzellige, farblose oder blaßgefärbte Sporen, hier Conidien genannt. Dieselben sind jedoch bei manchen Arten richtiger als Sporangien zu bezeichnen, weil sie nach dem Abfallen, wenn sie im Wasser liegen, meist ihren Inhalt in eine Anzahl Schwärmsporen umbilden, welche ausschwärmen und durch 2 Wimpern beweglich sind (Fig. 61). Bei den anderen Arten wird der schon bei manchen Saprolegniaceen vorkommende Fall zur Regel, daß die sich abgliedernden Zellen statt Zoosporen zu bilden direkt in einen Keimschlauch auswachsen und also nur den Namen Coniden verdienen. Bei vielen Arten sind Geschlechtsorgane bekannt: Oogonien und Antheriden, die sich am Mycelium innerhalb der Nährpflanze entwickeln und in der Hauptsache mit denen der Saprolegniaceen übereinstimmen (Fig. 65). Die einzeln im Oogonium erzeugte Oospore hat den Cha-

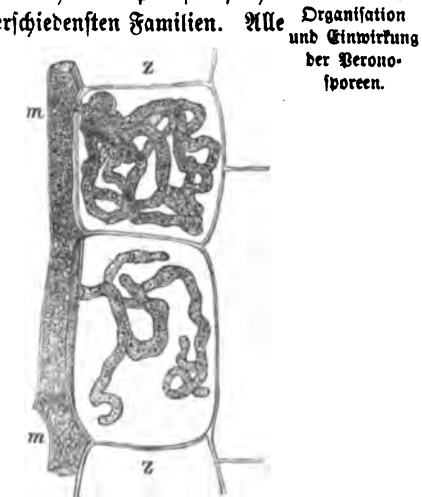


Fig. 60.
Zwei Zellen aus dem Marke einer **Asperula odorata**, welche von **Peronospora calotheca** befallen ist. In dem an die beiden Zellen angrenzenden Intercellulargang wächst der Myceliumschlauch m m, welcher an jeder der beiden Zellen ein in Form verzweigter Schläuche entwickeltes Haustorium durch die Zellmembran ins Innere der Zelle getrieben hat. 390fach vergr. Nach de Bary.

rakter einer Dauerspore. Ihre Weiterentwickelung ist indeß erst in sehr wenigen Fällen beobachtet worden; darnach erreicht sie nach Ablauf des Winters, wenn der sie enthaltende Pflanzentheil durch Fäulniß sich aufgelöst hat, ihre Keimfähigkeit. Bei manchen Arten treibt sie direct einen Keimschlauch, bei anderen tritt der Inhalt als eine Blase aus dem Episporium heraus und zerfällt in zahlreiche Schwärmsporen (Fig. 65). Die Reproduktion des Pilzes ist ebenfalls nur in wenigen Fällen direct beobachtet worden; sie ist aber wahrscheinlich für die übrigen Arten dieselbe. Darnach geschieht sie sowol durch die Conidien als durch die Oosporen. Jene vermitteln die sofortige Vermehrung und Verbreitung des Pilzes. Die Keimschläuche derselben dringen in die Nährpflanze ein; entweder durch die Spaltöffnungen oder indem sie die Epidermiszellen durchbohren. Die Schwärmsporen, sowol die aus den Conidien als die aus den Oosporen stammenden runden sich, nachdem sie eine Zeit lang geschwärmt haben, ab, verlieren die Wimpern und umhüllen sich mit einer Membran. worauf sie mittelst Keimschlauches keimen, der sich wie der der Conidien verhält (Fig. 61 F). Alle Peronosporeen verursachen eigenthümliche, verderbliche Krankheiten, denn sie sind von kräftiger Wirkung auf die Nährpflanze, meistens die Gewebe auszehrend und rasch tödtend, oft unter nachfolgenden Fäulnißerscheinungen. In denjenigen Pflanzentheilen, in denen der Pilz die Oogonien erzeugt, bewirkt er bisweilen zunächst eine Hypertrophie: Größenzunahme und Gestaltsveränderung; die mißgebildeten Theile sind ihren normalen Functionen entzogen und sterben nach Reifung der Oosporen.

Wir kennen gegenwärtig nur die europäischen Peronosporeen und die von ihnen verursachten Krankheiten genauer. Doch sind jetzt durch Farlow[1]) auch die nordamerikanischen einigermaßen bekannt geworden, und die darauf bezüglichen Angaben im Folgenden sind den Mittheilungen des Genannten entlehnt.

I. Phytophthora *de By.*

Phytophthora infestans und die Kartoffelkrankheit.

1. Von den übrigen Arten der Gattung Peronospora ist durch die abweichende Form der Conidienbildung eine Art unterschieden, welche de Bary[2]) deshalb neuerdings von jener Gattung getrennt und mit obigem Namen belegt hat. Das ist derjenige Parasit der Kartoffelpflanze, welcher die Kartoffelkrankheit oder Kartoffelfäule verursacht, Phytophthora infestans (*de By.*), bisher allgemein als Peronospora infestans *Casp.*, bezeichnet.

[1]) Bulletin of the Bussey institution. Botanical Articles 1876, pag. 415 ff. Referat in Just, Bot. Jahresber. f. 1876, pag. 139.

[2]) The journal of Botany 1876, pag. 105 ff.

Historisches.

Was man gegenwärtig Kartoffelkrankheit nennt, ist erst seit 1845 in Europa allgemein bekannt. Nachdem sie in den Jahren 1843 und 1844 in Nordamerika zuerst besorgnißerregend aufgetreten war, brach sie in dem naßkalten Sommer des Jahres 1845 epidemisch in den kartoffelbauenden Ländern Europas aus und dauerte in gleich verheerender Weise bis 1850. Seitdem hat sie an Heftigkeit nachgelassen, ohne zu verschwinden; sie zeigt sich in jedem Jahre: in trockenen Sommern schwach und selten, in allen nassen Jahren in starkem Grade und allgemein verbreitet. Es ist unzweifelhaft, daß sie schon vor 1845 in Europa gewesen ist; da aber erst in diesem Jahre durch die Heftigkeit ihres Ausbruches die allgemeine Aufmersamkeit auf sie gelenkt wurde und erst seit dieser Zeit ihre genauere Kenntniß begonnen hat, so läßt sich die Identität von Erkrankungen der Kartoffel, über die aus früheren Jahren berichtet wird, mit der gegenwärtigen nicht mehr mit Sicherheit feststellen. Indessen versichern zuverlässige Beobachter, welche den Ausbruch der Krankheit 1845 erlebten, daß es dasselbe Uebel sei, welches schon seit Anfang der vierziger Jahre stellenweis in Deutschland aufgetreten ist, und in Frankreich soll die Krankheit längst vorhanden gewesen sein und nur wegen geringer Verbreitung keine allgemeine Aufmerksamkeit erregt haben[1]). Dies deutet darauf hin, daß wahrscheinlich schon in früher Zeit die Krankheit mit der Kartoffel nach Europa gekommen und hier erst nach langer Dauer unbemerkten Auftretens die jetzige Verbreitung erlangt hat. In der Heimath der Kartoffel, den Hoch-Ländern des wärmeren Amerika's, ist die Krankheit von jeher heimisch. Ihre Einwanderung in die alte Welt hat wahrscheinlich mit den Knollen stattgefunden, weil in diesen das Mycelium des Parasiten perennirt.

Symptome der Kartoffelkrankheit.

Die Kartoffelkrankheit ergreift sowohl das Kraut als auch die Knollen der Kartoffelpflanze, in beiden Fällen unter bestimmten Symptomen, durch die sie sich leicht von anderen Krankheiten dieser Culturpflanze unterscheiden läßt. Sie ist wie kaum eine andere Pflanzenkrankheit epidemischen Charakters, denn sie pflegt über ganze Gegenden und Länder verbreitet aufzutreten und mit wenigen Ausnahmen alle Kartoffeläcker einer Gegend, wenn auch in ungleichem Grade, zu befallen. Sie wird zuerst bemerkbar in der Form der Blattkrankheit, Krautverderbniß oder des Schwarzwerdens des Krautes. Ungefähr von Ende Juni an, je nach Jahren zu etwas verschiedener Zeit, und in den höheren Lagen entsprechend später, zeigen sich, zunächst an einzelnen Stöcken des Ackers, braune Flecken auf einzelnen Fiederblättchen. Die Bräunung beginnt

---

[1]) Vergl. de Bary, die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861, pag. 64.

an irgend einer Stelle des Blättchens, in der Mitte oder am Rande oder an der Spitze, und verbreitet sich allseitig weiter. Der gebräunte Theil welkt und schrumpft zusammen; er ist total abgestorben. Das sicherste Zeichen der Kartoffelkrankheit ist dabei das, daß man auf der Unterseite des kranken Blattes an der Grenze des gebräunten und des noch lebendigen grünen Theiles meist eine ununterbrochene, ziemlich breite Zone von weißlichem, reif- oder schimmelähnlichem Aussehen wahrnimmt; dieselbe rührt von den zahlreichen Conidienträgern her, welche der Pilz hier aus der Epidermis des Blattes hervortreten läßt. Bei feuchtem Wetter und in feuchten Lagen ist dieser weißliche Saum schon auf dem Acker fast ausnahmslos an jedem kranken Blattfleck zu sehen. Wo er nicht vorhanden ist, wie besonders bei trockener Witterung, kann man ihn hervorrufen, wenn das abgepflückte Blatt einige Stunden in einen feuchten Raum gelegt wird. Die Häufigkeit der Flecken und die Größe der vorhandenen nimmt immer mehr zu; auch an Blattstielen und am Stengel zeigen sie sich; schneller oder langsamer wird das ganze Kraut schwarzbraun und abgestorben; bei trockenem Wetter vertrocknet es, bei feuchtem beginnt es unter widerlichem Geruch zu faulen. Oft ist das ganze Kraut eines Ackers lange vor der Ernte abgestorben und schwarz. Die Krautverderbniß hat nicht nothwendig die Erkrankung der Knollen zur Folge, obwohl unter solchen Umständen aus leicht erklärlichen Gründen der Knollenertrag ein geringerer sein muß. Meistens aber tritt auf den Aeckern, deren Laub vorzeitig schwarz geworden, auch die Knollenfäule oder Zellenfäule in verschiedenem Grade auf. Die frischen Knollen zeigen entweder bräunliche, etwas eingesunkene, verschieden große Flecken an der Schale. Auf dem Durchschnitte ist das Gewebe an diesen Stellen meist nur in geringer Tiefe unter der Schale gebräunt, der übrige Theil der Knolle gesund. Oder man bemerkt äußerlich noch gar kein sicheres Zeichen der Krankheit, nur eine oft kaum merkliche Mißfarbigkeit; aber auf dem Durchschnitte zeigen sich in der Rinde bis zu den Gefäßbündeln einzelne kleine, isolirte oder zusammenhängende, braune Flecken. Wenn anhaltend nasse Witterung herrscht, so kann die Krankheit der Knollen schon im Boden vor der Ernte zum Theil bis zu vollständiger Fäulniß fortschreiten. An denjenigen Knollen aber, die mit jenen ersten Anfängen der Krankheit geerntet worden sind, greift die letztere während der Aufbewahrung der Knollen im Winter in den Mieten oder Kellern weiter um sich. Die Flecken vergrößern sich und die Bräunung dringt hier und da tiefer in die Knolle ein; letztere verdirbt endlich unter Fäulnißerscheinungen. Sind die Aufbewahrungsräume trocken, so schrumpft die Knolle zu einer bröckeligen Masse zusammen, was man als trockene Fäule bezeichnet. In feuchter Umgebung verwandelt sich die abgestorbene Knolle in eine

jauchige, übelriechende Masse; diese Erscheinung wird die **nasse Fäule** genannt. Meistens siedeln sich, zumal auf den trockenfaulen Knollen, gewisse Schimmelpilze an, welche in Form weißer Polster hervorbrechen, die später gelbliche, zimmtfarbene oder bläuliche Farbe annehmen. Am häufigsten bestehen diese Schimmel aus Fusisporium Solani *Mart.* und Acrostalagmus cinnabarinus *Corda* (Spicaria Solani *Harting).* Mit dem Parasiten der Kartoffelkrankheit hängen diese in keiner Weise zusammen; sie sind reine Fäulnißbewohner.

Der Pilz der kranken Blätter.

In jedem von der Kartoffelkrankheit ergriffenen Blatte ist die Phytophthora infestans mit Sicherheit zu finden. In der ganzen Umgebung der gebräunten Flecken, in den angrenzenden noch grünen Partien wächst ihr Mycelium reichlich im Mesophyll, zwischen den Zellen desselben in verschiedenen Richtungen wuchernd, in Form einzelliger, stellenweis verzweigter, reich mit Protoplasma erfüllter Schläuche von 0,003—0,0045 Mm. Dicke, welche meist keine Haustorien besitzen. Dieses Mycelium verbreitet sich von der kranken Stelle aus allseitig centrifugal im Blatte weiter. In der äußersten Zone, die soeben vom Mycelium erreicht ist, hat das Gewebe noch völlig normale Beschaffenheit. Weiter rückwärts, wo das Mycelium schon reichlicher entwickelt ist, beginnt das Gewebe seinen Turgor zu verlieren; das Blatt, wiewol noch grün, verhält sich hier gegen den Schnitt weicher, leicht quetschbar. Diesem Zustande folgt dann rasch das vollständige Absterben, wobei die Zellen stärker zusammenfallen, der Inhalt desorganisirt und braun gefärbt, die Membran ebenfalls gebräunt wird. In dem völlig getödteten Gewebe ist der Pilz ebenfalls abgestorben; er findet als Schmarotzer hier nicht mehr seine Ernährungsbedingungen. Dieses Verhalten beweist, daß der Pilz die Zellen krank macht und durch sein Umsichgreifen die Ausbreitung der Krankheit im Blatte bewirkt. In jener Zone um den kranken Flecken, in welcher das Mycelium entwickelt ist, werden auch die Conidienträger gebildet. Bedingung dazu ist, wie schon angedeutet, eine gewisse Feuchtigkeit der umgebenden Luft; in trockener Umgebung vegetirt das Mycelium im Blatte ohne Fortpflanzungsorgane zu erzeugen. Zweige der Myceliumschläuche dringen an der Unterseite des Blattes von der Athemhöhle aus durch die Spaltöffnung nach außen und wachsen hier zu den aus den Spaltöffnungen sich rechtwinklich zur Blattoberfläche erhebenden baumförmigen, bis 1 Mm. hohen Conidienträgern heran (Fig. 61 A, B), welche durch ihre große Anzahl den erwähnten reifartigen Anflug um die kranken Flecken hervorbringen. Der aus der Spaltöffnung hervorwachsende Schlauch ist meistens etwas dicker als die Myceliumschläuche, bekommt eine dickere Membran als diese und erfüllt sich reichlich mit Protoplasma; entweder wächst er zu einem einzigen Conidienträger heran, oder er treibt unmittelbar über der Spaltöffnung

mehrere seitliche Ausstülpungen, welche ebenfalls zu je einem Conidienträger auswachsen, so daß ein Büschel solcher aus der Spaltöffnung hervorragt (Fig. 61 B). Auf den Blattnerven, welche keine Spaltöffnungen besitzen, kommen auch Conidienträger einzeln oder in Büscheln vor; hier

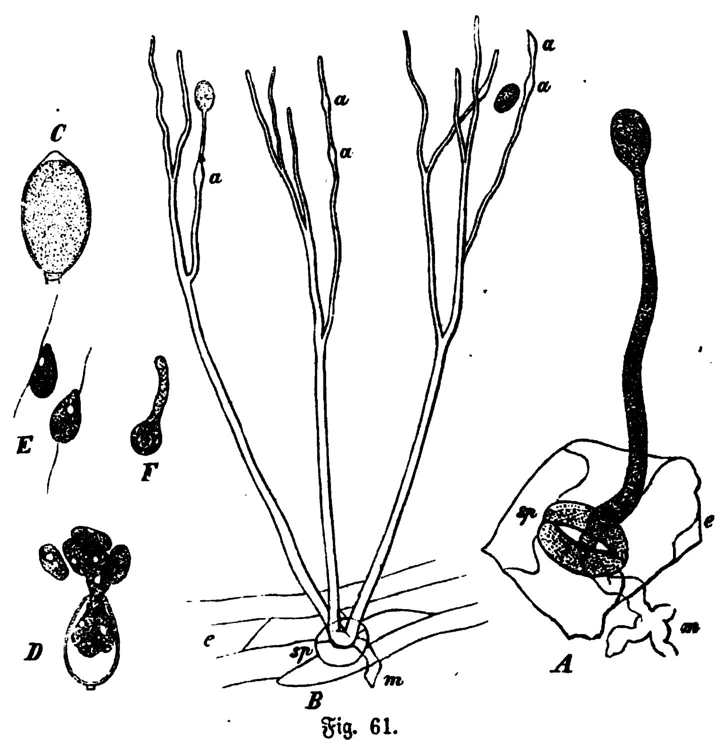


Fig. 61.

Der Parasit der Kartoffelkrankheit (Phytophtora infestans *de By.*) **auf den Blättern.**

A. Ein Stückchen der abgezogenen Epidermis e von der Unterseite des Blattes an einer kranken Stelle. Aus der Spaltöffnung sp ist als unmittelbare Fortsetzung des im Innern des Blattes befindlichen Myceliumschlauches m ein junger Conidienträger aufgewachsen, der noch unverzweigt ist und auf seiner Spitze die erste Conidie zu bilden beginnt, indem er eine Auschwellung bekommt. 200fach vergrößert. B. Ein ebensolches Stück Epidermis e mit einem vollständig entwickelten Conidienträger, der aus der Spaltöffnung sp hervorgewachsen ist, mit dem darunter sichtbaren Myceliumstück m zusammenhängt und zu einem Büschel verzweigter Conidienträger geworden ist. a die eigenthümlich angeschwollenen Stellen an den Enden der Aeste, welche die Orte früherer Sporenbildung anzeigen. 120fach vergrößert. C. Eine reife Conidie, an der Spitze mit der Papille, am Grunde mit dem Stielchen. 500fach vergrößert. D. Eine Conidie, in der Form eines Sporangiums keimend, die jungen Schwärmsporen ausschlüpfend. 400fach vergrößert. E. Zwei entwickelte Schwärmsporen. 400fach vergrößert. F. Eine aus einer Schwärmspore gewordene ruhende Spore, mit Keimschlauch keimend. 400fach vergrößert.

drängt sich der Myceliumzweig zwischen je zwei Epidermiszellen nach außen, im übrigen sich ebenso verhaltend, wie die durch die Spaltöffnungen kommenden. Die Conidienträger sind in der oberen Hälfte entweder monopodial mit ein oder mehreren wechselständigen Aesten besetzt, welche einfach sind oder wieder einen oder wenige seitliche Aestchen treiben, oder sie sind seltener zwei- bis dreimal gabelig in Aeste getheilt. Der ganze Conidienträger ist einzellig oder in seinem Hauptstamme durch einige Querscheidewände getheilt. Die Aestchen letzter Ordnung sind zwei bis drei Mal dünner; jedes bildet an der Spitze durch Anschwellung seines Endes und Einwandern des Protoplasmas in die Anschwellung eine Conidie. Nach Abschnürung derselben wächst die Spitze des Astes um ein gewisses Stück in die Länge und erzeugt eine zweite Conidie. Dies kann sich mehrmals wiederholen. Nicht selten zeigen dann die Enden der Aestchen mehrere, in Zwischenräumen stehende, flaschenförmige Anschwellungen (Fig. 61 B, a). Dieselben rühren davon her, daß die Spitze des Fadens nach dem Abfallen der Conidie oft ein wenig anschwillt und beim Weiterwachsen sich allmählich fein verschmälert. Die Conidien sind von ovaler Gestalt, im längeren Durchmesser durchschnittlich 0,027 Mm., an der Basis mit einem ganz kurzen Stielchen versehen, indem die Abgliederung des Fadens ein wenig unterhalb des Ansatzes der Spore stattfindet. Am Scheitel besitzen sie eine kleine Papille als verdickte Stelle der sonst gleichförmigen, glatten, mäßig dicken, farblosen Membran; der Inhalt ist ganz mit körnigem Protoplasma erfüllt (Fig. 61 C).

Der Pilz der kranken Knollen.

Die kranken Knollen enthalten ebenfalls den Parasiten: Myceliumschläuche, in jeder Beziehung denjenigen in den Blättern gleich, wuchern zwischen den großen, mit Stärkekörnern erfüllten Parenchymzellen, selten in dieselben kurze haustorienartige Zweige sendend. Sie finden sich nicht blos in den gebräunten Stellen, die auf dem Durchschnitte durch eine kranke Knolle sichtbar sind, sondern auch bereits im Umkreise derselben, zwischen Zellen, die noch keine Spur einer Bräunung der Membran oder des Protoplasma zeigen und überhaupt noch völlig gesund erscheinen. So ist auch hier schon vor der Erkrankung der Zellen der Parasit zwischen ihnen vorhanden und giebt sich dadurch wiederum als die Ursache jener zu erkennen. Daß dieses Mycelium wirklich der Phytophthora angehört, läßt sich leicht nachweisen, wenn man durchschnittene kranke Knollen, am besten in den ersten Stadien der Krankheit, wo noch keine Schimmelpilze sich angesiedelt haben, unter Glasglocken feucht hält; an den Schnittflächen treiben dann die Mycelfäden die charakteristischen Conidienträger, die dann wie ein weißer Schimmel um die braunen Flecken sich erheben (Fig. 62).

Der Pilz als Ursache der Blattkrankheit.

Der Pilz wurde schon im Jahre 1845 gleichzeitig von Frl. Libert und von Montagne an den kranken Kartoffelpflanzen beobachtet. Jene

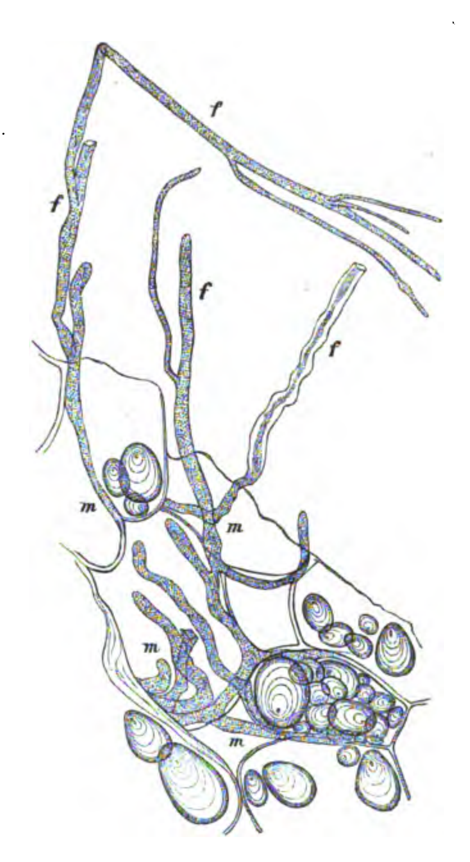


Fig. 62.

Der Parasit der Kartoffelkrankheit (Phytophthora infestans *de By.)* **an den Knollen.** Stück eines Durchschnittes von der Schnittfläche einer kranken Knolle, an welcher Conidienträger des Pilzes fff (hier zum Theil abgeschnitten) hervorgesproßt sind, denen auf den Blättern gleich; sie treten als Fortsetzungen der Myceliumschläuche m hervor, welche man zwischen den mit Stärkekörnern erfüllten Zellen in großer Zahl bemerkt. Ungefähr 150fach vergrößert.

beschrieb ihn unter dem Namen Botrytis devastatrix, dieser nannte ihn B. infestans. Seitdem ist er von allen Beobachtern gefunden worden und sein ausnahmsloses Vorkommen bei der Krankheit ist gegenwärtig eine feststehende Thatsache. Daß aber dieser Pilz auch wirklich die Ursache der Kartoffelkrankheit ist, daß er allein an der gesunden Pflanze die Krankheit hervorbringt, ist durch das Folgende, was wir über die Entwickelung desselben wissen, unwiderleglich dargethan. Die Conidien sind vom Augenblick ihrer Reife an keimfähig und keimen bei Anwesenheit von Feuchtigkeit schon nach wenigen Stunden. Entweder treibt die Conidie unmittelbar einen Keimschlauch, der sich an der Papille derselben entwickelt. Häufiger spielt sie die Rolle eines Sporangiums, ihr Inhalt zerfällt in eine Anzahl (6—16) gleichgroße Portionen, die zu ebensoviel Schwärmsporen sich ausbilden (Fig. 61 D u. E). Letztere verlassen durch die Oeffnung, die sich durch Auflösung der Papille bildet, das Sporangium. Sie sind ungleichhälftig oval, nahe dem spitzen Ende mit einem hellen, runden Fleck versehen, hinter welchem zwei lange Wimpern sitzen, die nach vorn und hinten gerichtet sind. Nach höchstens halbstündigem Schwärmen im Wasser kommen die Zoosporen allmählich zur Ruhe, runden sich kugel-

förmig ab und umgeben sich mit einer Zellhaut, worauf sofort die Keimung unter Bildung eines Keimschlauches beginnt (Fig. 61 F). De Bary[1]), welcher diese Verhältnisse zuerst beobachtete, hat auch das Eindringen der Keime in gesunde Stengel und Blätter der Kartoffelpflanze verfolgt und nachgewiesen, daß auf diese Weise die Blätter mit der Krankheit inficirt werden. Die Keimschläuche dringen durch die Außenwand der Oberhautzellen in diese ein. Der durch die Zellwand gehende Theil des Keimschlauches bleibt sehr dünn, das eingedrungene Stück schwillt wieder blasenförmig an und verlängert sich zu einem Myceliumschlauch; der Inhalt der Spore wandert in das eingedrungene Stück über. Letzteres wächst nun aus der Epidermiszelle in die Intercellulargänge des darunter liegenden Gewebes. Sporen, die in der Nähe einer Spaltöffnung liegen, können ihren Keimschlauch auch durch diese in die Pflanze senden. Ueberall, wo ein Keimschlauch eingedrungen und mit der Zellwand in Berührung getreten ist, erscheint die letztere intensiv braun gefärbt, und die Färbung kann sich dann auf die nächst benachbarten, nicht direct vom Pilzfaden berührten Zellen verbreiten. Dann stirbt auch der Zellinhalt unter Bräunung ab. Wir haben also in diesen Erscheinungen den Anfang der Krankheit vor uns.

Der Pilz als Ursache der Knollenfäule.

Die Knollenfäule durch Infection mit Sporen zu erzeugen ist zuerst Speerschneider[2]) geglückt. Nimmt man unzweifelhaft gesunde Kartoffeln und säet reife Conidien entweder auf die Schnittfläche der zertheilten oder auf die Schale der unversehrten Knollen, so tritt nach wenigen Tagen an den besäeten Stellen die für die Knollenkrankheit charakteristische Bräunung auf, und in diesen Stellen findet sich das entwickelte Mycelium des Pilzes. Es genügt sogar, um gesunde Kartoffeln anzustecken, nach de Bary's Versuchen, wenn Conidien auf der Oberfläche eines pilzfreien Bodens ausgestreut werden, in welchem die Knollen 1 bis mehrere Centimeter tief untergebracht worden sind, auch wenn der Boden nur mäßig begossen wird. In die unversehrte Knolle dringen die Keimschläuche, indem sie die Korkzellenschichten quer durchwachsen.

Ueberwinterung des Pilzes. Oosporen-Frage.

Wenn es nun auch unzweifelhaft ist, daß allein die Phytophthora die Kartoffelkrankheit verursacht, so ist doch die Frage, wie der Pilz alljährlich zuerst auf den Acker und in das Kraut und die Knollen gelangt, was in sehr verschiedener Weise denkbar ist, noch nicht nach allen Richtungen aufgeklärt. Die Conidien, welche im Sommer auf einem kranken Kartoffelacker gebildet werden und hier unzweifelhaft den Pilz und die Krankheit von Stock zu Stock verbreiten, behalten bis zum nächsten Frühjahre ihre

[1]) Kartoffelkrankheit, pag. 16—26.
[2]) Bot. Zeitg. 1857, pag. 121.

Keimkraft nicht, sondern verlieren nach de Bary's Prüfung dieselbe, wenn sie trocken aufbewahrt werden, nach mehreren Wochen und jedenfalls vor Ablauf des Winters; und diejenigen, welche in den feuchten Ackerboden gelangen, müssen noch rascher vergehen, weil sie keimen und weil es bekannt ist, daß ihre Keimschläuche wenn sie nicht in eine Nährpflanze eindringen können, sehr bald absterben. Die vorjährigen Conidien können also die Krankheit nicht veranlassen. Zweitens könnte nach Analogie vieler anderer Peronosporeen an etwaige Oosporen des Kartoffelpilzes gedacht werden, welche überall wo sie vorkommen, als Dauersporen fungiren und zur Ueberwinterung des Pilzes bestimmt sind. Diese Frage ist neuerdings wieder in den Vordergrund getreten, denn während bisher gerade der Kartoffelpilz als eine Peronosporee galt, bei welcher keine sexuelle Sporenbildung bekannt ist, behauptet eine Reihe englischer Mykologen, die fraglichen Oosporen der Phytophthora gefunden zu haben. Schon 1845 wurde von Montagne in den Intercellulargängen faulender Kartoffeln ein Fadenpilz beobachtet mit interstitiell in den Fäden stehenden stacheligen Sporen, den er Artotrogus hydnosporus nannte. Smith[1]) hat nun 1875 in kartoffelkranken Blättern, die er in Wasser faulen ließ, reichlich Myceliumfäden mit ansitzenden sporenähnlichen Körpern von zweierlei Art gefunden: die einen größer und bisweilen einen stacheligen Körper enthaltend, der Artotrogus glich, die andern kleiner und an dünneren Fäden sitzend. Jene erklärt er für die Oogonien, diese für die Antheridien der Phytophthora der Kartoffelkrankheit, eine Behauptung, welcher auch Berkeley[2]) beipflichtete. Smith[3]) hat die vermeintlichen Oosporen gesammelt und in versiegelten Flaschen mit etwas Wasser über Winter aufbewahrt. Die Mehrzahl derselben soll während dieser Zeit bis auf das Doppelte ihres Durchmessers sich vergrößert haben und ihre Membran dunkelbraun und warzig oder stachelig geworden sein. Im Frühjahr sei Bildung von Zoosporen erfolgt, die in einer gemeinschaftlichen Blase aus der Oospore hervortraten, mit zwei Wimpern schwärmten, nach einiger Zeit zur Ruhe kamen und Keimschläuche trieben. Auf Kartoffelscheiben ausgesäet sollen sie Mycelien mit den Conidienträgern der Phytophthora hervorgebracht haben. Später seien Oosporen auch direct in Keimschläuche ausgewachsen. Hiergegen ist erstens zu bemerken, daß eine Bildung von Oosporen unter diesen Umständen bei allen übrigen Peronosporeen unerhört ist, denn diese Organe werden immer in der lebendigen Nährpflanze, in der Regel sogar unter eigenthümlichen hypertrophischen Erscheinungen derselben gebildet. Nun haben aber die sorgfältigsten Nachforschungen in allen Theilen kranker Kartoffelpflanzen niemals diese Organe

[1]) Gardener's Chronicle 1875, 10. Juli.

[2]) Gardener's Chronicle 1876, Bd. V. pag. 402.

[3]) l. c. 1876, Bd. VI. pag. 10—12 u. 39—42.

finden lassen. Zweitens ist es durch de Bary's[1]) neuere Untersuchungen wenigstens sehr zweifelhaft geworden, daß die Smith'schen Körper Organe der Phytophthora sind. Wenn kranke Kartoffelstücke in Wasser gelegt werden, so treibt das Mycelium des Parasiten auch in das Wasser Zweige, welche sich wie Conidienträger an der Luft verzweigen, auch Zoosporen bilden; aber Oogonien entstehen an ihnen nicht und der Parasit stirbt mit beginnender Fäulniß ab. In alten Knollen, welche im Boden ihre Sprossen getrieben haben und schon stark eingeschrumpft sind, hat de Bary bisweilen eine Saprolegniacee gefunden, die er Pythium vexans nennt. Dieser Pilz bildet im Innern der Zellen Oogonien und Antheridien, die beide an demselben Faden sitzen. Die kugligen Oogonien erzeugen eine einzige Oospore mit glattem, gelblichem Episporium. Sie keimen mittelst Keimschlauch, der am Ende eine kuglige Anschwellung bekommt, in welcher 6—8 Zoosporen gebildet werden. Wenn diese auf Theile der Kartoffelpflanze gesäet wurden, starben sie ab, drangen nie in das Gewebe ein, während sie z. B. auf todten Milben üppig gediehen. Auch Sadebeck[2]) fand in erkrankten Kartoffelpflanzen eine Saprolegniacee, die er Pythium autumnale nennt und welche Geschlechtsorgane besaß, die auffallend ähnlich den angeblich entdeckten Organen der Phytophthora waren. Die letztere sei nicht vorhanden gewesen; an ihrer Stelle die Saprolegniacee, welcher hier die Ursache der Erkrankung zugeschrieben wird. Diese aber hält Sadebeck für nahe verwandt mit seinem Pythium Equiseti (pag. 381). Mit letzterem will er wirklich gesunde Kartoffelknollen inficirt haben. Ferner traf de Bary oft in den Zellen der Kartoffelknollen in Gesellschaft des Myceliums der Phytophthora Sporen, die mit denen von Artotrogus große Aehnlichkeit hatten: in einer stacheligen Hülle eine Spore mit glatter Membran; Antheridien waren nicht zu finden. Ein Zusammenhang mit den Schläuchen der Phytophthora ließ sich nicht nachweisen; junge Entwickelungsstadien zeigten, daß sie an einem Mycelium entstehen, welches dem von Pythium vexans ähnlich ist. Die Bedeutung dieser Sporen ist noch ganz unklar. Die Frage nach den Oosporen der Phytophthora ist somit bis jetzt noch nicht entschieden.

Verhalten des Pilzes in den Knollen im Winter.

Sicher aber ist, daß die Phytophthora sich den Winter über durch das in den Knollen perennirende Mycelium erhalten kann. Die während des Winters in den Aufbewahrungsräumen liegenden kranken Kartoffeln enthalten das Mycelium des Pilzes; dieses verbreitet sich in der Knolle weiter, so lange diese der Krankheit noch nicht erlegen ist. Der Pilz hat aber in den Aufbewahrungsräumen auch Gelegenheit und günstige Be-

---

[1]) Journal of Botany 1876, pag. 105 ff.

[2]) Bot. Zeitg. 1876, pag. 268.

dingungen, Conidienträger zu entwickeln und durch Conidien sich fortzupflanzen. An etwaigen Wundstellen der kranken Flecken der Knollen, sowie auf den jungen Anfängen der Triebe, die sich Ende Winters aus den Augen zu entwickeln beginnen, und in die das Mycelium aus den kranken Knollen eingedrungen ist, können Conidienträger zum Vorschein kommen[1]). Diese Conidien können nun theils noch während der Aufbewahrung die gesunden Knollen und Triebanfänge inficiren, theils werden sie sich bei der Aussaat mit auf die Felder verbreiten und hier auf den jungen Trieben geeignete Bedingungen für ihre Entwickelung finden. Noch sicherer gelangt aber der Pilz durch das in den Saatknollen lebende Mycelium auf den Acker, denn es ist auch bei der sorgfältigsten Auslese der als Saatgut zu verwendenden Kartoffeln unmöglich, jede kranke Stelle einer Knolle zu bemerken. An den in den Boden ausgelegten kranken Knollen können sich aber, wie ebenfalls durch Beobachtung nachgewiesen ist, in derselben Weise wie in den Aufbewahrungsräumen, Conidienträger bilden. Besonders aber ist hier nun das Mycelium selbst wieder weiterer Entwickelung fähig. De Bary[2]) hat nachgewiesen, daß in der That das Mycelium in den Saatkartoffeln durch die jungen Triebe emporwächst und hier endlich die Krankheit des Laubes erzeugt. Ist das Mycelium nur spärlich in einen Trieb eingedrungen, so kann derselbe äußerlich gesund erscheinen und sich zunächst normal entwickeln. Wenn aber das Mycelium in reichlicher Menge in einen Trieb gelangt ist, so wird dieser bald getödtet. Es kommt daher vor, daß schon beim Austreiben der Knollen einzelne junge schwarzgewordene Triebe gefunden werden, welche das Mycelium massenhaft enthalten und leicht Conidienträger erscheinen lassen. Diese ersten Anfänge der Krautverderbniß und der Bildung frischer Conidien werden zwar, wenn einigermaßen gute Saatkartoffeln gelegt worden sind, nur sehr vereinzelt und unbemerkt auftreten, aber sie genügen bei der von nun an wachsenden Vermehrungsfähigkeit des Pilzes, um denselben früher oder später zu auffallenderer Erscheinung zu bringen. De Bary[3]) hat dies auch bei Pflanzungen im freien Lande constatirt. Im März inficirte Knollen wurden im April ausgepflanzt; einzelne der getriebenen Sprossen wurden braun und enthielten das Mycelium; von diesen aus wurden dann schon im Mai eine weiter gehende Erkrankung der Blätter beobachtet. Diesen Ergebnissen widerstreiten nicht die von Anderen gemachten Beobachtungen, wonach kranke Saatkartoffeln gesunde Pflanzen ergeben haben[4]);

[1]) Vergl. Kühn, Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1871. Nr. 11.

[2]) Kartoffelkrankheit, pag. 48 ff.

[3]) Journal of Botany 1876.

[4]) Vergl. z. B. Reeß, Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1872. Nr. 4.

es geht vielmehr daraus nur hervor, daß das Mycelium aus einer kranken Knolle nicht nothwendig auch in den Trieben emporwachsen muß, was übrigens schon aus den de Bary'schen Versuchen sich ergiebt. Vermuthungen, wovon dies abhängen könnte, ließen sich leicht aufstellen; erwiesen ist es aber nicht, ob hierbei gewisse äußere Umstände von Einfluß sind. Wir kennen nur einige Thatsachen, welche für das letztere zu sprechen scheinen; so besonders die Beobachtung Kühn's[1]), wonach frühreife Kartoffelsorten, die zur gewöhnlichen Zeit gelegt waren, zeitig von der Krankheit zerstört wurden, während dieselben Sorten außergewöhnlich spät gepflanzt, nur wenig zu leiden hatten.

Ansteckung der neuen Knollen.

Wie in die neuen Knollen das Mycelium und damit die Krankheit gelangt, ist im Vorhergehenden schon angedeutet: einestheils direct aus der Mutterknolle, denn die unterirdischen Triebe, an denen die Knollen sich bilden, sind nur Zweige der aus den Augen erwachsenden Stengel; anderentheils dadurch, daß, wie die Speerschneider'schen Versuche ergeben haben, die auf dem Laube gebildeten Conidien oder die Schwärmsporen durch den Boden nach den Knollen gelangen und diese inficiren.

Anderweite Nährpflanzen des Kartoffelpilzes.

Außer auf der Kartoffelpflanze lebt die Phytophthora noch auf einigen anderen Arten der Gattung Solanum, jedoch fast nur auf solchen, die mit jener die süd- oder mittelamerikanische Heimath theilen. So besonders auf den in den Gärten cultivirten ebenfalls fiederblätterigen und ausläufertreibenden Arten wie Solanum etuberosum *Lindl.*, S. stoloniferum *Schl.*, S. utile *Kl.*, S. Maglia *Molin.*, S. verrucosum *Schl.*, und auf dem Bastard S. utile-tuberosum *Kl.*, ferner auf den in unseren Gärten häufig cultivirten Tomaten (S. Lycopersicum), deren Laub oft durch den Pilz erkrankt, sowie auf dem australischen S. laciniatum *Ait.* Nach de Bary läßt sich der Pilz kümmerlich auch auf Solanum Dulcamara cultiviren, meidet aber übrigens streng unsere einheimischen Nachtschattenarten. Ferner fand ihn Berkeley auf den Blättern von Anthocercis viscosa, einer neuholländischen Scrofularinee, und de Bary in einem Garten bei Straßburg auf der chilenischen Scrofularinee Schizanthus Grahami. Auf allen diesen Pflanzen ruft der Pilz dieselben Krankheitssymptome hervor, und auf keiner ist er mit Oosporen gefunden worden.

Einfluß von Witterung und Boden.

Wenn auch die Phytophthora die alleinige Ursache der Kartoffelkrankheit ist, so haben doch Witterung und Boden einen großen Einfluß auf die Entwickelung des Pilzes und somit auf die Ausbreitung der Krankheit. Die wichtigste, wenn nicht einzige Rolle hierbei spielt die Feuchtigkeit. Alles, was einen dauernd hohen oder plötzlich sich steigernden Feuchtigkeitsgrad der Luft und des Bodens bewirkt, befördert die Krankheit.

[1]) Berichte aus d. physiol. Laborat. des landw. Inst. d. Univers. Halle 1872.

So ist es unzweifelhaft, daß die Epidemie, die wahrscheinlich durch die Verbreitung der Phytophthora über die kartoffelbauenden Länder längst vorbereitet war, in Folge der abnorm nassen Witterung des Jahres 1845, die dem Pilz mit einem Male ungewöhnlich günstige Bedingungen schuf, plötzlich überall zum Ausbruch kam. In regenreichen Jahren tritt seitdem immer die Kartoffelkrankheit bedeutend stärker auf als in trockenen Sommern. Wenn auf trockene Tage regnerisches Wetter oder kühlere, die Thaubildung befördernde Witterung folgt, so erscheint sie nicht selten plötzlich. Eingeschlossene Lagen, wie zwischen Wald oder in engen Thälern, desgleichen nasser Boden, wo also häufige Nebel- und Thaubildung stattfindet, zeigen gewöhnlich die Kartoffelkrankheit stärker als freie, luftige Lagen und trockene Böden. Und aller Einfluß, den man überhaupt den Bodenarten und der Düngung zugeschrieben hat, möchte vielleicht nur auf den verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen derselben beruhen. Die fördernde Wirkung des erhöhten Wasserdampfgehaltes der Luft beruht einestheils darauf, daß der Pilz in einer Pflanze, deren Verdunstung gehindert ist, viel rascher zu wachsen und um sich zu greifen scheint, anderentheils und hauptsächlich darauf, daß in feuchter Luft die Bildung von Conidienträgern, die in trockener Umgebung fast ganz unterbleibt, mächtig hervorgerufen und dadurch eine bedeutende Vermehrung des Pilzes bewirkt wird (s. oben), sowie daß die Bildung von Schwärmsporen, die Keimung und das Eindringen derselben nur bei Gegenwart von Feuchtigkeit (Regen- oder Thauwasser) möglich ist. Die Höhe über dem Meere scheint ohne Einfluß zu sein, soweit nicht die größere Feuchtigkeit der Gebirgsgegenden förderlich wirkt; die Krankheit geht vom Tieflande bis an die obere Grenze des Kartoffelbaues. Die Culturmethoden haben keinen besonders ersichtlichen Einfluß gezeigt. Einen Schutz gegen die Krankheit versprach man sich eine Zeit lang von der Gülich'schen Anbaumethode, bei welcher die neuen Knollen sich in Erdhügeln bilden, höher als die tiefsten Stellen der Bodenoberfläche, an denen sich das Regenwasser mit den Sporen sammelt. Der Erfolg hat aber gezeigt, daß auch in diesem Falle der Pilz nicht von den neuen Knollen abgehalten wird, was sich leicht aus dem Vorhergehenden erklärt. Man hat auch durch Abschneiden des Laubes kranker Aecker die Knollen vor der Krankheit zu schützen gesucht. Es haben sich aber keine besonders ersichtlichen Resultate gezeigt. Jedenfalls bleiben die Knollen ungewöhnlich klein, wenn der Laubkörper der Kartoffelpflanze allzufrüh genommen wird. Und wenn die Phytophthora im Anfange der Krankheit schon in unterirdischen Ausläufern sich befindet, oder wenn Sporen des Pilzes von benachbarten Aeckern durch den Wind herzugeweht werden, so kann auch trotz der Entlaubung die Krankheit in den Knollen ausbrechen. Außer Zweifel ist eine verschiedene Empfänglichkeit einzelner Kartoffelsorten für die Krankheit.

Dieselbe ist besonders durch die vergleichenden Versuche, welche auf Anregung der landwirthschaftlichen Akademien in den Jahren 1871 bis 1873 angestellt worden sind, sowohl bei Culturen im Großen als auch bei directen Infectionsversuchen beobachtet worden. Worauf dieselbe indeß beruht, läßt sich noch nicht genauer beantworten. Die Dicke der Schale dürfte wohl die verschiedene Inficirbarkeit der Sorten nicht bedingen; denn bei sämmtlichen ist die Schale für die Phytophthora durchdringbar; indeß sind die dünnschaligen weißen Sorten der Ansteckung entschieden mehr als die dickschaligen rothen ausgesetzt. Auch könnte an die ungleich starke Ausbildung des Laubes bei den einzelnen Sorten gedacht werden, weil die größere Laubentwickelung einen feuchten Raum unter der Pflanze erzeugt, welcher dem Wachsthum des Pilzes förderlich ist. Die von mehreren Forschern ausgesprochene Meinung, daß die Kartoffelkrankheit das Zeichen einer Entartung der Kartoffelpflanze sei, entweder einer durch Cultur überhaupt herbeigeführten Ernährungskrankheit[1]) oder einer Art Altersschwäche[2]) wegen des ungeschlechtlichen Vermehrungsverfahrens, ist durch die Entdeckung des Parasiten widerlegt. Aber auch in dem Sinne, daß die Pflanze in den gedachten Beziehungen krankhaft disponirt ist und darum den geeigneten Boden für die Entwickelung des Pilzes abgiebt, ist der Satz nicht mehr stichhaltig. Denn auch aus Samen erzogene Pflanzen, in denen also der Organismus zu völlig jugendlicher Regeneration gelangt ist, erliegen der Phytophthora ebenso wie die aus Knollen gezogenen Pflanzen.

Verhütungsmaßregeln.

Die Verhütungsmaßregeln gegen die Kartoffelkrankheit werden sich hiernach zu richten haben gegen die Phytophthora selbst und gegen das, was diese in ihrer Vegetation und Fortpflanzung fördert. In ersterer Beziehung ist die Verwendung möglichst gesunden Saatgutes fast das Einzige, was in unserer Macht steht. Den Pilz direct zu tödten ohne zugleich die Theile der Kartoffelpflanze zu beschädigen, ist unmöglich. Denn da die Phytophthora endophyt lebt, so sind alle gegen äußerlich anhängende Pilzkeime oder gegen epiphyte Schmarotzer anzuwendende Mittel, wie Kupfervitriol, Aetzkalk, Schwefeln des Laubes u. dergl. hier erfolglos. Andere Mittel, wie Petroleum, das man mit Kohle und Kalk gemischt auf den Acker zu bringen empfohlen hat, sind der Kartoffelpflanze selbst schädlich. Möglichst trockene Aufbewahrungsräume werden der Ausbreitung der Krankheit unter den Knollen im Winter entgegenarbeiten. Wo es thunlich ist, soll man für die Kartoffeläcker nur freie trockene Lagen wählen; nasser Boden ist jedenfalls durch Drainage trocken zu legen. Leichtere,

---

[1]) Schleiden, Encyclopädie d. theoret. Naturwissensch. in ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft. 3 Bd. Braunschw. 1853. pag. 468 ff.

[2]) Jessen, Ueber die Lebensdauer d. Gewächse u. d. Ursachen verheerender Pflanzenkrankheiten. Verhandl. d. Leop. Carol. Akad. 1855.

rascher trocknende Bodenarten ziehe man den schweren und darum feuchteren Böden vor. Starke Düngung, die den Feuchtigkeitsgrad des Bodens erhöht, ist zu vermeiden. Eine dankbare Aufgabe würde es für den Landwirth sein, Kartoffelsorten, die der Krankheit am meisten Widerstand leisten, ausfindig zu machen, beziehendlich durch natürliche Züchtung zu produciren. Daß keine allgemein gültigen Resultate hierbei sich ergeben werden, sondern daß dieselben nur für jeweils bestimmte klimatische und Bodenverhältnisse Geltung haben werden, darf man schon im Voraus erwarten.

Buchen-cotyledonen-Krankheit.

2. **Phytophthora Fagi** *R. Hartig* ist die Ursache der **Buchen-cotyledonen-Krankheit**, welche seit mehreren Jahren in manchen Gegenden, so bei Frankfurt a. M., im Hessischen und Thüringischen, in den Buchen-Saatkämpen epidemisch aufgetreten ist. Die Krankheit erscheint einige Wochen nach der Keimung, wenn der Trieb über den Samenlappen begonnen hat. Die Cotyledonen bekommen am Grunde einen schwarzen Fleck, der sich immer weiter verbreitet und auch dem Stengel nach unten mittheilt; Wurzeln und Plumula sind zunächst noch gesund, aber binnen wenigen Tagen ist dann die ganze Keimpflanze abgestorben. Nach den Berichten beginnt die Krankheit gewöhnlich von den an den Waldbestand anstoßenden, also beschatteten Rändern der Saatkämpen und setzt sich nach dem Innern zu fort; theils sterben ganze Stellen, theils nur Stücke derselben, theils nur einzelne Individuen innerhalb derselben, so daß keine bestimmte Regel zu erkennen ist; in einem Falle hatte man bis zu 80% der Sämlinge durch die Krankheit verloren. Standortsverhältnisse, Feuchtigkeitsgrad und Bodenart haben keinen sichtbaren Einfluß erkennen lassen. R. Hartig[1]) hat den die Krankheit erzeugenden neuen Parasiten aufgefunden. Das Mycelium lebt in den noch grünen Cotyledonen und bildet hier außerhalb Conidienträger und gleichzeitig im Innern des Blattes Oogonien und Antheridien. Ueber die Form der Conidienträger ist nichts genaueres angegeben; sie werden als kurze aus den Spaltöffnungen hervorwachsende oder die Epidermis durchbohrende Myceläste beschrieben, die je 2 Conidien abschnüren. Diese haben einen kurzen Stiel und birnförmige Gestalt; sie keimen unter Bildung von 1 bis 10 Schwärmsporen. Die Oogonien werden sehr zahlreich gebildet, jedes enthält eine dickwandige Oospore. Diese gelangen mit den abfaulenden Cotyledonen zur Erde. Nach Hartig's Berechnung können in einem einzigen Samenlappen 700000 Stück Oosporen enthalten sein, woraus die Gefahr erhellt, die den Buchenkeimpflanzen droht, wenn sie in einem Boden sich entwickeln, auf welchem ein Jahr zuvor die Krankheit gewesen ist. Hartig[1]) fand in der That, daß einige Hand voll solchen Bodens genügten um auf einem

---

[1]) Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. VIII. 1875. pag. 121.

großen Buchensaatbeet sämmtliche etwa 8000 Pflanzen zu tödten. Weiter hat derselbe beobachtet, daß die aus den Conidien stammenden Schwärmsporen ihre Keimschläuche in die Samenlappen oder jungen Blätter eindringen lassen und hier binnen 3 bis 4 Tagen neue Conidienträger erzeugen; durch sie wird also der Pilz und die Krankheit sofort auf benachbarte Pflänzchen weiter verbreitet. Um die Krankheit zu verhüten wird man daher das abgestorbene Laub kranker Pflanzen durch Untergraben oder Verbrennen zu vernichten suchen müssen und solche Saatkämpe, in denen vorher die Krankheit aufgetreten ist, wenigstens in den nächsten Jahren zur Buchensaat nicht wieder verwenden dürfen.

II. Peronospora *Corda*.

Peronospora-Arten.

Diese Gattung hat wie die vorige einzeln oder büschelweise durch die Epidermis, meist aus den Spaltöffnungen hervorwachsende Fruchthyphen, welche an der Spitze ein- bis mehrmals gabelig verzweigt sind. Die fein zugespitzten kurzen Aestchen letzter Ordnung schnüren aber hier nur ein einziges Mal je eine Conidie ab (Fig. 63), wodurch sich alle hierher gehörigen zahlreichen Arten von der vorigen Gattung unterscheiden. Im übrigen treten sie in derselben Erscheinung und unter denselben pathologischen Veränderungen auf wie die Phytophthora: die vom Pilze befallenen und mit den Fruchthyphen sich bedeckenden grünen Pflanzentheile erscheinen wie mit einem weißen, grauen oder schmuzig violetten Schimmel überzogen und erkranken dabei unter Mißfarbigwerden, Welken und Vertrocknen oder Faulen; bei manchen Arten werden diejenigen Theile, in denen die bei dieser Gattung häufig vorkommenden Oosporen gebildet werden, durch Hypertrophie vergrößert und verunstaltet. Die Krankheiten, welche zahlreichen Phanerogamen durch diese Parasiten drohen, müssen nach den Arten unterschieden werden, in welche man die Gattung Peronospora eintheilt. Wir zählen sie daher im Folgenden nach der gegenwärtigen Systematik der Gattung auf. Es ist klar, daß diese Speciesunterscheidung, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, für die Pathologie von größter Wichtigkeit ist, weil durch sie zugleich das Gebiet jeder einzelnen Krankheit umgrenzt wird, indem jede Art von Peronospora nur auf ihre speciellen Nährpflanzen übertragbar ist. Die gegenwärtige Speciesbestimmung ist aber noch durchaus unsicher, besonders was die Abtheilung unter D, c anlangt; denn dieselbe gründet sich nur auf die Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Conidienträger und auf das Vorkommen auf verschiedenen Nährpflanzen. Wie wenig zuverlässig dies ist, erhellt schon daraus, daß manche Art, z. B. Peronospora effusa, auf derselben Nährpflanze in zwei Formen auftritt, die so verschieden sind, wie sie wol nur zwischen zwei Arten aus dieser Abtheilung sein können. Eine sichere

Begrenzung der Arten läßt sich hier nur dadurch gewinnen, daß man durch Cultur festzustellen versucht, in wie weit die bisher angenommenen Arten auf andere Pflanzen sich übertragen lassen. Solche Versuche fehlen bis jetzt; dieselben würden möglicherweise zu einer Verminderung der Arten führen und die Gewißheit ergeben, daß manche Unterschiede der Conidienträger, auf die wir gegenwärtig die Trennung von Arten basiren, nur durch die andere Nährpflanze bedingt sind. Es ist nachdrücklich hervorzuheben, daß unter solchen Umständen die nachstehende Classification auch für die Pathologie nur einen provisorischen Werth haben kann.

A. Arten, deren Conidien Schwärmsporen bilden und meist an der Spitze mit einer Papille versehen sind (Zoosporiparae *de By.*).

Auf Petersilie, Kerbel, Möhren und anderen Umbelliferen.

1. Peronospora nivea *de By.* (Botrytis nivea *Ung.*, P. umbelliferarum *Casp.*) auf verschiedenen Umbelliferen, sowol wildwachsenden, wie Aegopodium Podagraria, Anthriscus sylvestris etc., auch die Ursache einer Krankheit der Petersilie, des Kerbel, der Möhren, hier nicht selten epidemisch über ganze Ackerstücke verbreitet. Der Pilz bildet auf der Unterseite der Blätter schneeweiße, dichte Schimmelrasen; die befallenen Theile werden rasch gelb, endlich schwarz und schrumpfen zusammen. Die Conidienträger endigen entweder in eine einfache Spitze oder sind ein oder zwei Mal gabelig getheilt; an den Enden mit mehreren, abstehenden, ein bis drei Mal dichotomen, meist geraden Aestchen versehen; die Conidien sind kugelig-eiförmig. Das Mycelium hat zahlreiche Haustorien. Die Oosporen haben ein dünnes, blaßbraunes, glattes oder schwach runzeliges Episporium. de Bary[1]) hat die Bildung der Schwärmsporen aus den Conidien und das Eindringen der Keimschläuche durch die Spaltöffnungen beobachtet.

Auf Sempervivum.

2. P. Sempervivi *Schenk*, auf einigen Sempervivum-Arten (S. albidum, tectorum, glaucum und stenopetalum) im leipziger botanischen Garten von Schenk[2]) beobachtet. Der Pilz befiel vorzüglich die noch nicht vollständig entwickelten Blütenstände und bewirkte sehr bald Fäulniß der befallenen Theile, so daß in kurzer Zeit eine Anzahl Exemplare vernichtet wurde. Das Mycelium hat spärlich Haustorien. Die Conidienträger werden büschelweise aus der Spaltöffnung, einzeln auch durch die Haarzellen nach außen getrieben; sie sind einfach, selten in einige Zweige getheilt; die Conidien sind eiförmig, haben einen kurzen Stiel und an der Spitze eine verdickte Papille. Die Keimung geschieht unter Bildung von Schwärmsporen, ähnlich wie bei Phytophthora. Gleichzeitig mit den Conidienträgern erscheinen im Gewebe der Rinde und in den Haaren

---

[1]) Recherches s. l. développement de quelques Champ. parasites. Ann. des sc. nat. 4. sér. T. XX.

[2]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 691 ff.

auch die Oogonien und Antheridien. Die Oosporen haben glattes, hellbraunes Episporium.

3. P. viticola *de By.*, ein nordamerikanischer Parasit fast sämmtlicher dortiger Rebensorten, namentlich auf Vitis aestivalis, Labrusca, vulpina und cordifolia, auch spontan auf der dort cultivirten V. vinifera beobachtet, sowie durch Infection auf dieselbe übertragbar. Genaueres über diesen Pilz ist durch Farlow[1]) mitgetheilt worden. Er ist die häufigste Peronosporee Nordamerika's und im ganzen Osten der Vereinigten Staaten verbreitet, in den Weststaaten noch unbekannt. Im August erscheinen seine Conidienträger auf der Unterseite der Blätter in kleinen Rasen; dann verbreitet sich der Pilz auf den Blättern weiter, geht auch auf die Blattstiele und Zweige über. Die ergriffenen Blätter bräunen sich, verschrumpfen, werden sehr brüchig und fallen ab. Feuchtigkeit befördert die Ausbreitung bedeutend. Das Mycelium hat zahlreiche Haustorien; die Conidienträger treten büschelweise aus den Spaltöffnungen hervor und sind meist wiederholt drei-, seltner zweitheilig; die letzten Zweige sind kurz und dichtstehend. Die elliptischen Conidien haben keine deutliche Papille; sie bilden meist 5 bis 6 Schwärmer. Letztere kommen nach 15 bis 20 Minuten zur Ruhe und keimen. Oosporen sind nur in den Blättern von Vitis aestivalis, dort aber sehr reichlich gefunden worden; sie haben ein dickes, hellgelbes, glattes Episporium. Der Pilz ist in Amerika mit Sicherheit schon von Schweinitz († 1834) gesammelt worden. Da er auf Vitis vinifera gedeiht, so könnte er auch dem europäischen Weinbau gefährlich werden, um so mehr als vielfach amerikanische Rebsorten bei uns eingeführt werden.

Auf dem Weinstock.

In diese Gruppe gehören noch P. pusilla *de By.* auf den Blättern von Geranium pratense und sylvaticum und P. obducens *Schröt.* auf den Cotyledonen von Impatiens Nolitangere.

B. Arten, deren Conidien bei der Keimung aus der sich öffnenden Papille das ganze Protoplasma entleeren, welches sich dann in eine einzige ruhende Spore verwandelt. (Plasmatoparae *de By.*).

1. P. pygmaea *Unger.* auf der Unterseite der Blätter von Anemone nemorosa, ranunculoïdes und Hepatica, niedrige, gleichförmig über die Blattfläche verbreitete, weiße Rasen bildend. Die Conidienträger treten einzeln oder büschelig aus den Spaltöffnungen, sind nach oben etwas breiter, einfach oder an der Spitze kurz dichotom getheilt und tragen am Ende 2 bis 4 sehr kurze, auseinanderstehende Aestchen, die je eine eiförmige oder elliptische Conidie abschnüren. Die Oosporen haben ein dünnes, blaß gelbbraunes, glattes oder etwas runzeliges Episporium. Die befallenen Blätter werden gelb und sterben vorzeitig ab.

Auf Anemone.

[1]) Referat in Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 98.

Auf Rhinanthus und Euphrasia.

2. P. densa *Rabenh.* auf der unteren Blattfläche von Rhinanthus minor und Euphrasia Odontites gleichmäßig überziehende weiße sehr dichte Rasen bildend. Die Conidienträger stehen in dichten Büschen, sind einfach oder mit mehreren seitlichen, horizontal stehenden Aesten versehen, an der Spitze einfach pfriemenförmig oder in kurze ein oder zweimal dichotome pfriemenförmige Aestchen getheilt. Die Conidien sind eiförmig oder fast kugelig. Die Oosporen haben dünnes, gelbliches, glattes oder schwach runzeliges Epispórium.

C. Arten, deren Conidien an der Spitze eine Papille haben, aus welcher ein Keimschlauch getrieben wird. (Acroblastae *de By.*)

Auf Salat, Cichorien und anderen Compositen.

1. P. gangliformis *de By.*, auf den grünen Theilen verschiedener Compositen, besonders Lactuca sativa und L. Scariola, Lampsana communis, Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus und S. asper, Cirsium arvense, Artischoken, Cichorien. Die Conidienträger, besonders auf der unteren Blattfläche ausgebreitete, weiße Schimmelrasen bildend, sind 2 bis 6 Mal dichotom getheilt, die letzten Theilungen blasenförmig erweitert und an den Rändern mit 2 bis 8 kurz pfriemenförmigen conidientragenden Aestchen besetzt. Die Conidien sind fast kugelrund. Oosporen finden sich z. B. bei Senecio reichlich, selten bei Lactuca; sie haben ein gelbbraunes, etwas runzeliges Episporium. Das Mycelium besitzt Haustorien. Der Pilz bewirkt ein Zusammenschrumpfen, Schwarzwerden und Verderben der befallenen Theile. Bei der Krankheit des Gartensalat macht er manchmal empfindlichen Schaden, weil er nicht bloß im Sommer, sondern auch im Winter auftritt. In den französischen Gärtnereien wird im Winter und Frühjahr viel Salat exportirt, der dann gewöhnlich verdorben ankommt, wenn die Krankheit, dort „le Meunier" genannt, in unbemerkten Anfängen vorhanden war.[1]) Auch in Nordamerika ist die Krankheit bekannt.

Auf Cacteen.

2. P. Cactorum *Leb. et Cohn*, ein von Lebert und Cohn[2]) in den Jahren 1868 und 1869 in Breslau auf verschiedenen Cacteen beobachteter Parasit, welcher eine Fäule der Cactusstämme hervorbringt. Sein Mycelium lebt in den Intercellulargängen des Parenchyms dieser Pflanzen und hat keine Haustorien. Die Conidienträger sind wenig ästig und zwar einseitig wie eine wickelförmige Infloreseenz verzweigt; die Conidien farblos, eiförmig oder elliptisch, an der Spitze mit großer Papille. Die Oogonien stehen knäuelförmig beisammen, haben eine dünne Membran und enthalten eine kugelige Oospore mit dickem, gelbbraunem, glattem Episporium. Der Pilz verursacht an den befallenen Theilen eine Krank-

---

[1]) Vergl. Cornu, in Compt. rend. 1878. Nr. 21.

[2]) Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. I, 1. Heft, pag. 51.

heit der Gewebe, die wegen der succulenten Natur dieser Pflanzen mit Fäulniß endigt.

D. Arten, deren Conidien keine Papille haben und einen Keimschlauch aus irgend einem Punkte der Oberfläche, meist an der Seite treiben. (Pleuroblastae *de By.*)

a. Die reifen Oogonien mit starrer, dicker Membran. Oosporen mit glattem, dünnem Episporium.

Auf Leindötter, Raps und vielen anderen Cruciferen.

1. **P. parasitica** *de By.* (Botrytis parasitica *Unger*) sehr häufig auf vielen Cruciferen, besonders auf Capsella bursa pastoris, ferner auf Thlaspi arvensis, Draba verna, Cardamine pratensis, Cheiranthus Cheiri, Diplotaxis tenuifolia, Erysimum cheiranthoides, Sisymbrium officinale und Alliaria, Dentaria bulbifera, Alyssum calycinum; auch erzeugt er eine **Krankheit des Leindötter und Raps.** Die befallenen Theile bedecken sich mit dem grauweißen Schimmel der Conidienträger. Entweder sind sämmtliche grünen Theile, Wurzelblätter, Stengel und Blütenstand befallen, wie besonders oft bei Draba verna, die nicht selten noch vor ihrer vollständigen Entwickelung total vom Pilze vernichtet wird. Große Kräuter, wie Sisymbrium und Brassica, haben den Pilz oft nur an einzelnen Stellen der Blätter, die daselbst gelbfleckig werden, schrumpfen und auf der Unterseite die Schimmelrasen zeigen. Bei andern Nährpflanzen, besonders beim Leindötter, bei Thlaspi, auch oft bei Capsella, entwickelt sich der Parasit am liebsten im Blütenstande, und zwar in der ganzen Hauptachse der Traube, oder in einzelnen Blütenstielen oder auf unreifen Früchten in allen Entwickelungsstadien derselben, wobei auch diese Theile mit dem Schimmel der Conidienträger überzogen sind. Die Hauptachse ist dann mehr oder weniger hypertrophisch angeschwollen und gekrümmt und enthält die Oosporen. Die befallenen Früchte



Fig. 63.
Ein Conidienträger von Peronospora parasitica *de By.* aus einer Spaltöffnung hervorgewachsen. 200 fach vergrößert.

aber schrumpfen zusammen und verderben, so daß die Samenbildung vereitelt wird. Das Mycelium ist durch seine zahlreichen, großen Haustorien, welche oft die Nährzelle fast ausfüllen, ausgezeichnet. Die Conidienträger (Fig. 63.) sind mehrmals dichotom verzweigt, die letzten dünnsten Gabelzweige sind

fein pfriemenförmig und gebogen, jeder mit einer farblosen, elliptischen Conidie. Die Oosporen haben ein dünnes, gelbliches oder bräunliches, ziemlich glattes Episporium.

Auf Corydalis. 2. P. Corydalis *de By.* auf der unteren Seite der Blätter und an den Stengeln der Corydalis cava, die dadurch bald schwarz werden und absterben, einen gleichförmigen weißen Schimmelüberzug bildend. Die Conidienträger sind mehrmals dichotom in geschlängelte Aeste getheilt, deren letzte spitz und gekrümmt sind und verkehrt eiförmige Conidien tragen. Oogonien und Oosporen denen der vorigen Art ähnlich.

b. Die reifen Oogonien mit dünner, zusammenfallender Membran. Oosporen mit regelmäßig warzig oder netzförmig verdicktem Episporium.

Auf Asperula, Galium etc. 1. P. calotheca *de By.*, an den Stengeln und der unteren Blattseite von Asperula odorata, Sherardia arvensis und an Arten von Galium, besonders G. Aparine, Mollugo und sylvaticum, einen grauen Schimmelüberzug bildend. Die Conidienträger sind 7 bis 9 Mal gabelig, die ersten Zweige aufrecht, die folgenden sperrig abstehend, die letzten Aestchen sehr kurz, gerade oder schwach gekrümmt, die Conidien elliptisch, sehr blaß violett. Oosporen bilden sich reichlich in Asperula odorata und Galium Aparine; sie haben braunes netzförmig verdicktes Episporium.

Auf Wicken. Linsen, Erbsen. 2. P. Viciae *de By.* auf verschiedenen Vicieen, insbesondere auch auf Futterwicken, Linsen und Erbsen. Die dichtstehenden Conidienträger sind 6 bis 8 Mal gabelig, die Zweige sperrig und steif, die letzten Aestchen kurz pfriemenförmig, gerade, die Conidien elliptisch, blaß schmutzig violett, die Oosporen blaß gelbbraun, netzförmig verdickt.

Auf Dianthus etc. 3. P. Dianthi *de By.* auf Arten von Dianthus, Silene, Melandrium, sowie auf Agrostemma Githago graue Schimmelrasen auf der Unterseite der rasch gelb werdenden Blätter bildend. Conidienträger 4 bis 6 Mal gabelig, die Aeste abstehend, die letzten pfriemenförmig, gerade oder abwärts gebogen, Conidien elliptisch blaß violett, Oosporen lebhaft braun, mit unregelmäßig anastomosirenden Kämmen und Warzen auf dem Episporium.

Auf Alsineen. 4. P. Alsinearum *Casp.* auf Blättern, Stengeln, Blütenstielen und Kelchen verschiedener Alsineen, wie Stellaria media, Cerastium-Arten, Lepigonum rubrum, sowie von Scleranthus annuus. Die befallenen Theile werden gelb und welk und bedecken sich mit dem grauen Schimmel der Conidienträger. Letztere sind 4 bis 8 Mal dichotom, die Aeste abstehend, die letzten Aestchen verlängert pfriemenförmig und meist gebogen, die Conidien elliptisch, blaß violett, die Oosporen braun, mit zahlreichen, netzförmig zusammenhängenden Kämmen. Eine eigene Art, P. Arenariae *Berk.* lebt auf Arenaria serpyllifolia und Möhringia trinervia, eine andere, P. Holostei *Casp.* auf Blättern, Stengeln und Blüten von

Holosteum umbellatum, beide besonders durch die Oosporen von jener verschieden.

5. P. Myosotidis *de By.* auf Arten von Myosotis und Lithospermum. Die Conidienträger 6 bis 9 Mal gabelig, sämmtliche Aeste sperrig abstehend, die letzten sehr fein; Conidien eiförmig, fast farblos, Oosporen gelbbraun, mit netzförmig gestellten, dicken Kämmen.

Auf Myosotis etc.

c. Die Oogonien wie bei b; die Oosporen mit unregelmäßig gefaltetem, übrigens glattem Episporium, daher unregelmäßig eckig.

1. P. effusa *de By.* auf verschiedenen Chenopodiaceen, am häufigsten auf Atriplex patula, von welcher erwachsene Blätter und ganze Triebe bis zu den jüngsten Blättern befallen werden, gewöhnlich mehr oder minder unter Hypertrophie, indem die Theile auffallend bleich bleiben, die Blätter sich verdicken und etwas umrollen, die Zweige etwas dicker und kürzer sind, und wol auch in größerer Zahl gebildet werden. Die so veränderten Theile enthalten in Menge die Oosporen; sie bleiben etwas länger, nämlich bis zur Reife der letzteren, erhalten. Bei der Krankheit des Spinat zeigt sich der Parasit gewöhnlich in einzelnen Flecken an der Unterseite der Blätter, die daselbst sich entfärben, wässerig werden, wie gekocht aussehen und rasch verderben. Außerdem kommt derselbe Pilz auch auf Chenopodium-Arten, ferner auf Polygonum aviculare, auf Viola tricolor und Erythraea Centaurium vor. Auch in Nordamerika ist die Art auf Atriplex gefunden worden. Die Conidienträger stellen einen blaß violetten oder grauen Schimmelüberzug dar, sind kurz und dick, oben 2 bis mehrmals gabelig getheilt, die letzten Aestchen entweder dick, kurz, pfriemenförmig und hakenförmig herabgebogen, oder aber schlanker und ziemlich gerade abstehend, die Conidien elliptisch, blaß violett.

Auf Spinat und anderen Chenopodiaceen.

2. P. Ficariae *Tul.* auf der Unterseite der Blätter von Ranunculus Ficaria, acris, repens, bulbosum einen zusammenhängenden grauen Schimmelüberzug bildend. Die befallenen Blätter sehen etwas bleichgrün, haben meist einen längeren, steif aufrechten Stiel und etwas kleinere Blattfläche und sterben zeitig ab. Die Conidienträger sind niedrig, mehrmals gabelig getheilt, die letzten Aestchen lang, pfriemenförmig und gebogen, die Conidien blaß violett, die Oosporen blaß gelbbraun. Das Mycelium überwintert nach de Bary in den perennirenden Theilen, z. B. in den Brutknospen von Ranunculus Ficaria.

Auf Ranunculus.

3. P. Trifoliorum *de By.* auf der unteren Blattfläche verschiedener Arten Trifolium, Melilotus, Medicago sativa, Orobus tuberosus unter gelber Entfärbung der befallenen Blattstellen. Die Conidienträger sind mehrmals dichotom, die letzten Aestchen pfriemenförmig und schwach gebogen, die Conidien wie bei voriger, die Oosporen lebhaft braun.

Auf Klee, Luzerne &c.

In Wurzelblättern von Dipsacus.

4. P. Dipsaci *Tul.* auf allen grünen Theilen von Dipsacus sylvestris, vorzüglich an den Wurzelblättern, deren befallene Stellen dadurch meist entfärbt werden und unterseits mit violettbraunem Schimmelrasen bedeckt erscheinen. Auch am Stengel und den oberen Blättern kommt der Pilz vor, in welchem Falle die Pflanzen klein bleiben und ein verkümmertes Aussehen erhalten. Die Conidienträger sind 6 bis 7 Mal dichotom, die letzten Aestchen pfriemlich, steif und sperrig abstehend, die Conidien elliptisch, schmutzigviolett. Auf Weberkarden noch nicht beobachtet.

In den Blüten von Dipsacus und Knautia.

5. P. violacea *de By.*, ein Parasit des Dipsacus pilosus und der Knautia arvensis, von dem vorigen durch sein ausschließliches Vorkommen in den chlorophylllosen Blütentheilen unterschieden.[1]) Die Blumenkrone ist schon im Knospenzustande von den Conidienträgern bedeckt, wodurch die Köpfchen ein graues Aussehen bekommen. Die Blüten bleiben halb geschlossen, und werden schnell welk und braun, wobei sie dem Fruchtknoten fest anhaftend bleiben; nach dem Absterben werden sie gewöhnlich von Cladosporium überzogen. Der Pilz lebt auch in den Staubgefäßen und treibt auch auf ihnen zahlreiche Conidienträger, desgleichen auf der Narbe. Der Pollen gelangt nicht zur Ausbildung. Die Folge ist Sterilität. An den kranken Pflanzen sind sämmtliche Köpfchen befallen. Die Conidienträger treten zwischen zwei Epidermiszellen hervor, sind 5 bis 7 Mal gabelig, mit spitzwinkelig abgehenden Aesten, die letzten Aestchen pfriemlich, gerade, die Conidien eiförmig, braunviolett. Das ganze Gewebe der befallenen Blütentheile ist mit Oosporen erfüllt.

Auf Anthemis etc.

6. P. leptosperma *de By.* in den Stengeln, Blättern und Hüllblättern von Anthemis, Matricaria, Tripleurospermum, Tanacetum. Die Conidienträger sind wiederholt gabelig oder dreitheilig, die Aeste nach oben dicker, die letzten Aestchen aus breiter Basis in eine pfriemenförmige, gerade oder gekrümmte Spitze zusammengezogen, die Conidien elliptisch. keulenförmig bis länglich cylindrisch, farblos, die Oosporen blaßbraun.

Auf Tripleurospermum.

7. P. Radii *de By.*, ebenfalls an Tripleurospermum inodorum, das Mycelium nach de Bary in der Pflanze verbreitet, die Conidienträger aber ausschließlich auf den Strahlblüten, die dadurch zusammenschrumpfen. Die Conidienträger treten einzeln aus der Epidermis der Blumenkrone und des Griffels, sind 5 bis 8 Mal gabelig, die Aeste alle schief aufrecht, die letzten Aestchen sehr kurz, gerade, steif, kegelförmig, die Conidien elliptisch oder eiförmig, schmutzigviolett, die Oosporen lebhaft braun.

Auf Valerianella.

8. P. Valerianellae *Fuckel*, die untere Blattfläche von Valerianella olitoria und carinata mit weißlichem Schimmelrasen überziehend. Die Conidienträger sind ziemlich hoch, 7 bis 10 Mal gabelig, die Aeste bogig

[1]) Vergl. Schröter in Hedwigia, 1874, Nr. 12.

abstehend, allmählich verdünnt, die letzten Aestchen sehr fein pfriemenförmig, gerade oder gebogen; die Conidien elliptisch farblos, die Oosporen gelblich.

9. P. grisea *Unger*, auf den grünen Theilen der Veronica-Arten einen violettgrauen Schimmelüberzug bildend auf der ganzen unteren Seite der Blätter oder im Blütenstand an allen grünen Theilen. Die Conidienträger sind 5 bis 7 Mal dichotom, die Aeste bogig abstehend, allmählich verdünnt, die letzten Aestchen schwach gebogen, die Conidien elliptisch oder eiförmig, ziemlich groß, schmutzigviolett. Die Oosporen mit hellgelbem, fast nicht gefaltetem Episporium, in farblosen Oogonien. — Davon jedenfalls verschieden ist P. Antirrhini *Schröt.*, welche auf der Unterseite der Blätter von Antirrhinum Orontium violette Rasen bildet und deren Oosporen ein gefaltetes, braunes Episporium besitzen und in braunvioletten Oogonien liegen. Fraglich ist, ob dieser Pilz identisch ist mit P. Linariae *Fuckel*, der auf Linaria vulgaris, minor und arvensis vorkommt und den de Bary zu P. grisea rechnete.[1])

Auf Veronica etc.

10. P. arborescens *de By.*, auf den Blättern und den Stengeln von Papaver somniferum, Rhoeas, dubium und Argemone, sowol im Frühjahr auf den ersten Wurzelblättern die ganze Unterseite derselben überziehend, als auch später in den oberen Theilen, besonders in den Blütenstielen, die dann verunstaltet werden, indem sie sich etwas verdicken und oft in Schlangenlinien hin und her krümmen. Die Conidienträger sind ziemlich hoch, oben 7 bis 10 Mal dichotom, die Aeste gebogen und sperrig abstehend, allmählich verdünnt, die letzten sehr dünn, kurz pfriemenförmig, mehr oder weniger gebogen, die Conidien fast kugelig, fast farblos.

Auf Mohn.

11. P. obovata *Bonorden*, auf Stengeln und Blättern des Ackerspörgels (Spergula arvensis), die dadurch sich entfärben und verwelken, einen grauen Schimmelüberzug bildend. Die Conidienträger sind 5 bis 7 Mal gabelig in abstehende Aeste getheilt, die letzten Aestchen kurz pfriemenförmig, gerade oder schwach gekrümmt, die Conidien verkehrt ei- oder keulenförmig, blaß violett.

Auf Ackerspörgel.

Außerdem gehören noch in diese Abtheilung: P. Urticae *de By.* auf den Blättern der Urtica urens. P. affinis *Rossmann* auf denen der Fumaria officinalis, P. Euphorbiae *Fuckel* auf Euphorbia platyphylla und falcata, P. candida *Fuckel* auf Blättern von Anagallis coerulea, P. Lamii *A. Br.* auf den Blättern von Lamium purpureum und amplexicaule, wovon eine Form, die ich auf Stachys palustris auffand, nicht verschieden zu sein scheint. P. Herniariae *de By.* auf den krautigen Theilen der Herniaria hirsuta, P. Erodii *Fuckel* auf den Blättern von Erodium Cicutarium, P. Phyteumatis *Fuckel* auf denen der Phyteuma spicatum, P. Vincae *Schröt.* auf denjenigen der Vinca minor, P. Myosuri *Fuckel* auf den Blättern von Myosurus minimus, P. Chrysosplenii *Fuckel* auf den Blättern von Chrysosplenium alternifolium.

---

[1]) Vergl. Schröter, l. c.

d. Oogonien unbekannt. Von den folgenden Arten ist daher vorläufig unentschieden, in welche der vorigen Abtheilungen sie gehören.

Auf den Speisezwiebeln.

1. P. Schleideniana *Unger*, an den grünen Theilen von Allium Cepa und fistulosum. Die Conidienträger sind entweder 4 bis 6 Mal dichotom oder tragen monopodial mehrere seitliche Aeste, die in der gleichen Weise verzweigt sind; die oberen Aeste sind ein- oder mehrmals gabelig, letzten Aestchen gebogen, Conidien sehr groß, verkehrt eiförmig oder birnförmig, schmutzig violett.

Auf Rumex.

2. P. Rumicis *Corda*, an der unteren Blattseite von Rumex Acetosa und Acetosella; die niedrigen Conidienträger sind mehrmals gabelig getheilt, die Aeste allmählich verdünnt, aufrecht abstehend, die letzten Aestchen kurz, pfriemlich, steif abstehend, die Conidien elliptisch, stumpf, schmutzig violett.

Auf Runkelrüben.

3. P. Schachtii *Fuckel*, bei einer Krankheit der Herzblätter der Runkelrüben unterseits einen blaugrauen Ueberzug bildend. Die befallenen Blätter werden gelblichgrün, dicklich, verkrümmen und kräuseln sich. Die Conidienträger sind in 2 bis 5 kurze Zweige getheilt, die letzten Aestchen kurz, gerade, abstehend, stumpf, die Conidien eiförmig, schmutzig violett. Die Krankheit ist seit 1854 bekannt und stellenweis verderblich aufgetreten. Nach Kühn[1]) überwintert das Mycelium am Kopf der Samenrübe, daher tritt der Pilz in jedem Jahre zuerst an Samenrüben auf.

Auf Potentilla, Erdbeeren ꝛc.

4. P. Potentillae *de By.*, auf den Blättern verschiedener Potentilla-Arten. Nach Schröter's Meinung gehören dazu auch alle Formen, die bisher auf Dryadaceen und Poteriaceen gefunden worden sind, und zwar auf Agrimonia Eupatoria, Sanguisorba officinalis, Poterium Sanguisorba, desgleichen auch die P. Fragariae *Roze et Cornu*, die neuerdings auf Erdbeerblättern bei Paris entdeckt wurde. Die Conidienträger dieser Formen sind 4 bis 6 Mal dichotom, die Aeste geschlängelt, die letzten Aestchen lang pfriemenförmig, gebogen, die Conidien elliptisch, blaß violett.

Auf Rosen.

5. P. sparsa *Berk.*, auf den Blättern der cultivirten Rosen, einen zarten grauen Schimmel auf der unteren Blattseite bildend und braune Flecken an der Oberseite, später Abfallen der einzelnen Blättchen veranlassend. Die Conidienträger sind wiederholt dichotom, die letzten Aestchen gabelig, an der Spitze etwas gekrümmt, die Conidien kugelig. Der Pilz ist seit einiger Zeit in England bekannt, seit 1876 hat er sich nach Wittmack[2]) in den Rosentreibereien einer Handelsgärtnerei zu Lichtenberg bei Berlin gezeigt und einen großen Theil der Rosen vernichtet.

---

[1]) Zeitschr. d. landwirthsch. Centralver. d. Prov. Sachsen, 1872.

[2]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. 19. Juni 1877.

Außerdem gehören noch hierher: P. alta *Fuckel* auf den Blättern von Plantago major, P. conglomerata *Fuckel* auf Geranium pusillum, P. Hyoscyami *de By.* auf den Blättern von Hyoscyamus niger, P. pulveracea *Fuckel* auf den Blättern von Helleborus foetidus, P. Cyparissiae *de By.* auf Euphorbia Cyparissias, wahrscheinlich auch P. crispula *Fuckel* auf Reseda luteola, P. sordida *de By.* auf den Blättern von Digitalis purpurea, P. Calaminthae *Fuckel* auf den Blättern von Calamintha Acinos.

III. Basidiophora *Roze et Cornu.*

Basidiophora auf Erigeron.

Diese Gattung ist von Roze und Cornu[1]) für einen von ihnen entdeckten Parasiten aufgestellt worden, der in der Form der Conidienträger von den übrigen Peronosporeengattungen abweicht. Diese B. entospora *Roze et Cornu,* schmarotzt in den lebenden Wurzelblättern von Erigeron canadensis und bringt eine Krankheit hervor, indem die befallenen Blätter schon an jungen Pflanzen bald braun werden und vertrocknen. Das einzellige Mycelium wächst endophyt und treibt durch die Spaltöffnungen keulenförmige Stiele, welche an kurzen Sterigmen eiförmige, mit einer Papille versehene Conidien abschnüren. Diese erzeugen aus ihrem Inhalte kugelige oder nierenförmige, mit 2 Wimpern versehene Zoosporen. Im Parenchym der befallenen Theile bilden sich am Mycelium in der gewöhnlichen Weise kugelige Oogonien, in denen eine Oospore mit starkem, kammförmig verdicktem Episporium enthalten ist.

III. Cystopus *Lév.*

Cystopus, der weiße Rost.

Die Parasiten, welche wir in dieser Gattung vereinigen, bilden ihre Conidienträger in Form kurzer, unverzweigter, cylindrischer oder keulenförmiger Zellen, welche in großer Anzahl dicht gedrängt nebeneinanderstehend unter der Epidermis ein zusammenhängendes, ausgebreitetes, weißes Lager darstellen, durch welches mit beginnender Conidienbildung die ganze Epidermis emporgehoben und durchbrochen wird. An der Spitze jedes Conidienträgers werden mehrere Sporen reihenförmig abgeschnürt, so daß die oberste Spore jeder Reihe die älteste ist (Fig. 64 B.) Jede Spore ist von der anderen durch ein sehr kurzes, schmales Zwischenstück geschieden, und an diesen Stellen trennen sich die zahlreichen Sporen von einander, so daß das Conidienlager eine staubige, weiße Beschaffenheit annimmt. Die Conidienträger entspringen büschelförmig von den unter der Epidermis angehäuften Myceliumschläuchen, die sich auch in den inneren Geweben intercellular verbreiten und reichlich Haustorien in die Nährzellen senden. Außerdem besitzen diese Pilze eine zweite Art von Sporen, die Oosporen, welche von Geschlechtsorganen, Oogonien und Antheriden, erzeugt werden (Fig. 65 A, B, C). Diese Organe stimmen in ihrem Vorkommen und

[1]) Ann. sc. nat. 5. sér. T. XI. pag. 84.

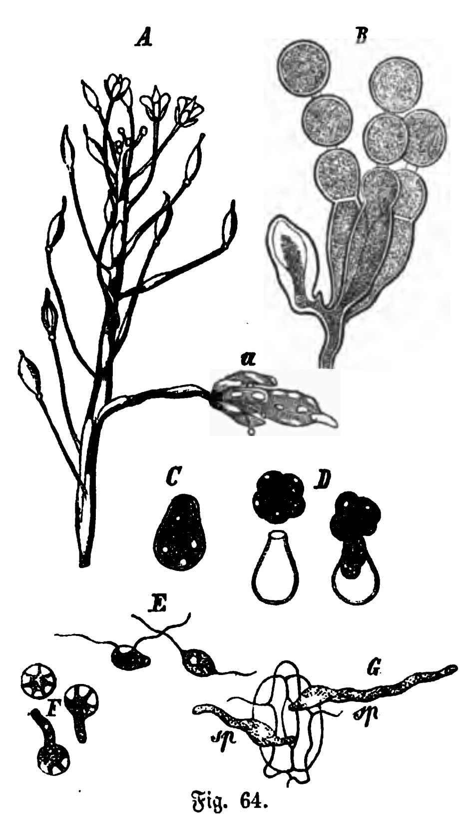


Fig. 64.

Cystopus candidus *Lév.* A. Ein befallener Blütenstand von Capsella Bursa pastoris. Stengel und Blütenstiele mit den weißen Flecken der Conidienlager; a eine durch den Pilz in allen Theilen stark vergrößerte und verunstaltete Blüte, welche auf den Kelch- und Blumenblättern und dem Stengel ebenfalls weiße Conidienlager zeigt. B. Ein Büschel Conidienträger von einem Mycelaste entspringend, mit reihenförmig abgeschnürten Conidien. C. Eine Conidie keimend, wobei der Inhalt in mehrere Schwärmsporen zerfällt. D. Austritt der Schwärmsporen. E. Entwickelte und schwärmende Schwärmsporen. F. Zur Ruhe gekommene Sporen, theilweis mit Keimschlauch keimend. G. Keimende Sporen sp auf der Epidermis, in eine Spaltöffnung eindringend. B—G 400fach vergrößert, nach de Bary.

in ihrer Beschaffenheit mit denjenigen der übrigen Gattungen überein. Die Keimung der Conidien geschieht wie bei den schwärmsporenbildenden Peronospora-Arten. Die Oosporen sind Dauersporen, welche im Frühlinge nach ihrer Entstehung unter Bildung von Schwärmsporen keimen. Die Krankheitseffecte sind denjenigen, welche die Peronospora-Arten hervorbringen, analog. Jedoch ist die aussaugende und tödtende Wirkung des conidienbildenden Pilzes auf die Zellen der grünen Organe weit weniger heftig, indem die befallenen Blätter oft noch lange frisch und grün bleiben und erst nach längerer Zeit sich gelb verfärben. Darum sind die blasenförmig aufbrechenden weißen Flecken der Conidienlager hier das auffallendste Symptom der Krankheit, die deshalb auch mit dem Namen w e i ß e r R o s t belegt worden ist. Im oosporenbildenden Zustande bringt dagegen wenigstens Cystopus candidus Hypertrophieen und Mißbildungen in einem solchen Grade hervor, wie es bei Peronospora kaum vorkommt. Folgendes sind die bekannteren Arten dieser Gattung.

1. C. candidus *de By.* (Uredo candida *Pers.*), auf vielen Cruciferen,

jedoch nur auf einigen Arten häufig, auf anderen viel seltener, auf vielen noch gar nicht beobachtet; bei uns am gemeinsten auf Capsella Bursa pastoris, häufig auch am Leindötter, seltener auf Nasturtium amphibium und sylvestre, Berteroa incana, Diplotaxis tenuifolia, Iberis umbellata, Lepidium sativum und graminifolium, Sisymbrium Thalianum, Arabis Turrita und hirsuta, Senebiera Coronopus, Raphanus Raphanistrum und sativum, sowie nach

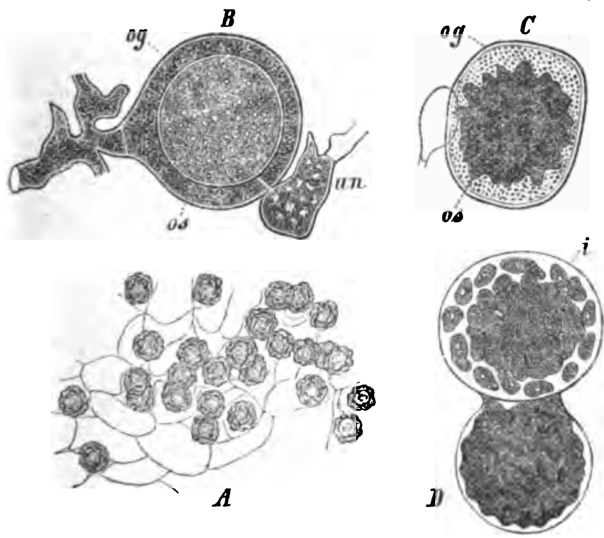


Fig. 65.

Oosporen des Cystopus candidus *Lév.* A. Durchschnitt durch das Gewebe einer durch den Pilz verunstalteten und vergrößerten Blüte (Fig. 64 A); man sieht zahlreiche gelbbraune Oosporen in dem Gewebe zerstreut. 100fach vergrößert. B. Die Geschlechtsorgane, die der Bildung der Oosporen vorausgehen. An einem Mycelaste steht als kugelige Anschwellung das Oogonium og mit der Befruchtungskugel oder der jungen Oospore os. Das Antheridium an, als Endanschwellung eines benachbarten Mycelfadens, legt sich dem Oogonium an, treibt durch dasselbe einen Befruchtungsschlauch nach der Befruchtungskugel. Diese bildet sich in Folge dessen aus zu der in C dargestellten reifen Oospore os, die in der jetzt noch deutlichen, später mehr zusammenfallende Oogoniumhaut og eingeschlossen ist. Der Rest des Antheridiums an der Seite. D keimende Oospore; der Inhalt tritt in einer Blase eingeschlossen hervor und ist bereits in zahlreiche Schwärmsporen zerfallen. B—D ungefähr 400fach vergrößert, nach de Bary.

Fuckel auf Brassica Napus. Der Pilz ist auch in Nordamerika an vielen Cruciferen gemein, auch in Persien (von Hausknecht) an Capsella Bursa pastoris gefunden worden. Er befällt die Blätter, Stengel, Inflorescenzachsen, Blütenstielchen, sowie sämmtliche Organe der Blüte. Auf allen diesen Theilen bilden die Conidienlager rundliche bis längliche, erhabene, weiße und, solange die Epidermis auf ihnen noch unversehrt ist, etwas glänzende Flecken. Die Laubblätter erleiden dabei keine Gestaltsveränderung, sie färben sich nur im Umkreise der Conidienlager schneller oder langsamer gelb, und können daher, wenn sie reichlich mit diesen Lagern bedeckt sind, vorzeitig absterben.

Im Blütenstand aber, wo der Pilz zugleich mit den Conidien auch die Oosporen oder auch wol die letzteren allein entwickelt, bewirkt er stets eine unter bedeutender Vergrößerung der Theile eintretende Mißbildung (Fig. 64 A). Inflorescenzachse und Blütenstielchen verdicken sich mehr oder weniger und krümmen sich durch ungleichseitiges Längenwachsthum oft unregelmäßig, die Inflorescenzachsen von Capsella bisweilen lockenförmig in mehreren Kreisen. Die Blütenblätter sind sämmtlich bedeutend vergrößert, Kelch- und Blumenblätter grün, dick, fleischig, die Staubgefäße mit stark entwickeltem Filament, oft mit deutlicher, meist pollenloser oder ganz fehlender Anthere, die Fruchtknoten zu einem langen, unregelmäßigen, grünen, schotenförmigen Körper mit fehlschlagenden Samenknospen degenerirt. Der Plan des Blütenbaues ist trotzdem nicht alterirt und meist deutlich in allen seinen Gliedern zu erkennen (wenigstens bei Camelina und Capsella). Nach Schnetzler[1]) ist dagegen beim cultivirten Rettig der Kelch- und Blumenblattkreis auf je zwei Blätter reducirt, die mehr oder minder blattartig umgewandelten Staubgefäße dagegen in der 6-Zahl vorhanden. Aehnliches finde ich an einer Blüte von Raphanus Raphanistrum; die Vergrößerung der Theile ist hier am bedeutendsten: der Fruchtknoten zu einem fingerförmigen, ca 6 Cm. langen Körper ausgewachsen. Samen werden in den deformirten Fruchtknoten nie erzeugt; der Pilz hat also in den Blüten Sterilität zur Folge. Alle hypertrophirten Theile des Blütenstandes enthalten in Menge die Oosporen (Fig. 65 A); diese haben ein gelbbraunes dickes Episporium, welches mit unregelmäßigen starken Warzen, die stellenweise in gewundene Kämme zusammenfließen, besetzt ist (Fig. 65 C). Die Conidien sind sofort nach der Reife keimfähig und keimen in der gleichen Art mit Schwärmsporen wie diejenigen gewisser Peronospora-Arten. Die Oosporen erreichen nach de Bary[2]) nach mehrmonatlicher Ruhe ihre Keimfähigkeit; bei Anwesenheit von Feuchtigkeit treiben sie dann das Endosporium als einen dicken, kurzen Schlauch hervor, welcher zu einer großen, runden Blase anschwillt, in der sich das Protoplasma zu zahlreichen Schwärmsporen umformt (Fig. 65 D). Letztere treten alsbald aus derselben hervor und entwickeln sich dann ebenso weiter wie die aus den Conidien entstandenen. Die Infection der Nährpflanzen geschieht nach de Bary[2]) durch die Schwärmer beiderlei Sporen. Die Keimschläuche derselben können nur durch die Spaltöffnungen oberirdischer Theile eindringen, nicht in die Wurzeln. Bei Capsella und Lepidium sativum dringen sie zwar in alle Spaltöffnungen ein, entwickeln sich aber nur dann weiter, wenn sie in die Cotyledonen eingetreten sind, so daß das Mycelium von hier aus die ganze oberirdische Pflanze durchwächst. Dagegen vermögen nach demselben Forscher die eingedrungenen Keimschläuche an der Heliophila crithmifolia auch in den andern Blättern zum Mycelium sich zu entwickeln. Als Maßregel, um die verschiedenen cultivirten Cruciferen, die dem weißen Rost ausgesetzt sind, vor der Krankheit zu bewahren, muß hiernach die Vernichtung des alten kranken Stroh's durch Verbrennen sowie die möglichste Säuberung der Culturländereien von denjenigen Unkräutern, welche vorzüglich den Cystopus candidus tragen (Capsella Bursa pastoris) bezeichnet werden.

---

[1]) Bullet. de la soc. Vandoise des sc. nat. 1876, citirt in Just, Bot. Jahresber. f. 1876, pag. 140.

[2]) Ann. des sc. nat. ser. 4. T. XX., und Morphologie und Physiologie der Pilze 2c.

2. C. Capparidis *de By.*, auf den Blättern von Capparis-Arten in Südeuropa; die Conidien mit denen der vorigen Art übereinstimmend; die Oosporen unbekannt.

3. C. Portulacae *de By.*, auf den grünen Theilen von Portulaca oleracea und sativa. Die Conidien sind hier ungleich, indem die endständigen jeder Reihe größer als die übrigen und mit dickerer, gelblicher Membran versehen sind und keine Schwärmsporen erzeugen. Die Oosporen haben ein braunes Episporium, welches feine, netzförmig verbundene Falten bildet.

4. C. Bliti *de By.*, auf den Blättern und Stengeln von Amaranthus Blitum. Die Conidien sind ungleich, nämlich die endständigen kleiner und mit dickerer, fast farbloser Membran versehen, ebenfalls steril. Die Oosporen besitzen ein braunes Episporium mit gewundenen und netzförmig verbundenen Falten.

5. C. Lepigoni *de By.*, auf Lepigonum medium, besonders durch das dicht mit kleinen, oft dornigen Wärzchen besetzte Episporium der Oosporen vom vorigen unterschieden.

6. C. cubicus *de By.*, auf verschiedenen Compositen und zwar in zwei Formen je nach der Beschaffenheit des Episporiums der Oosporen: die eine auf Scorzonera hispanica und Arten von Tragopogon, Podospermum, wo die runden oder gelappten hohlen Warzen des Episporiums niedergedrückt und mit zahlreichen Pünktchen bedeckt sind, welche in den Thälern zwischen den Warzen fehlen; die andere Form auf Filago arvensis und germanica, wo die Warzen des Episporiums stumpf kegelförmig und weit vorragend und sammt den Thälchen mit Pünktchen besetzt sind. Auf Cirsium arvense, oleraceum, palustre findet sich eine Form oder eigene Art, C. spinulosus *de By.*, wo das Episporium durch kleine, solide, meist spitz dornige Wärzchen dicht bedeckt ist. Bei allen sind die Conidien ungleich, die endständigen größer und steril, mit sehr dicker, meist farbloser Membran.

Viertes Kapitel.

Brandpilze (Ustilagineen) als Ursache der Brandkrankheiten.

Begriff, Symptome und Vorkommen der Brandkrankheiten.

Brand heißt schon seit dem Alterthume eine verderbliche Krankheit des Getreides, bei welcher statt wohlgebildeter Organe eine schwarze oder braune, fein staubartige Masse auftritt, in welche der verdorbene Pflanzentheil scheinbar sich umgewandelt hat, indem er entweder innerhalb seiner äußeren Umhüllungen nichts als solche Masse einschließt, oder gänzlich in dunkelen Staub sich auflöst. Gegenwärtig kennen wir solche Krankheiten außer am Getreide auch an vielen anderen Pflanzen, wo sie im Allgemeinen unter denselben eben angedeuteten Symptomen auftreten. Bei allen diesen Brandkrankheiten haben wir es mit Schmarotzerpilzen zu thun, und alle diese Pilze stellen auch zusammen eine eigene Familie, die Brandpilze oder Ustilagineen dar. Die dunkele Masse, die man Brand nennt, besteht überall aus den zahllosen Sporen des Schmarotzerpilzes. Die Brandpilze

sind charakterisirt als endophyte Parasiten, deren deutlich entwickeltes, aus Fäden bestehendes Mycelium zwischen und in den Zellen der Nährpflanze wächst und die auch die Sporen meist innerhalb der Gewebe bilden in großen unbestimmt geformten Massen, nicht an distincten Fruchtträgern, sondern durch unmittelbare Zergliederung oder Abschnürung zahlreich gebildeter Zweige der Pilzfäden. Die staubartige Anhäufung der Sporenmassen innerhalb des vom Pilze zerstörten Pflanzentheiles und die durch die Farbe der Sporen bedingte dunkele Färbung des Brandpulvers sind für die Ustilagineen wie für die durch sie erzeugten Krankheiten charakteristische Merkmale, wiewohl hinsichtlich der Färbung der Sporen je nach den verschiedenen Arten dieser Pilze alle Uebergänge bis zu fast völliger Farblosigkeit vorkommen.

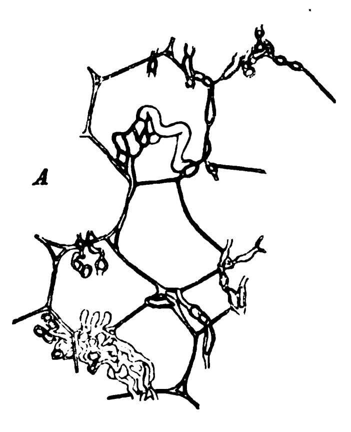
Arten der Brandkrankheiten.

Man unterscheidet verschiedene Arten von Brandkrankheiten, deren jede im Allgemeinen nur an einer bestimmten Pflanzenart oder an wenigen nahe verwandten vorkommt. Jede hat ihre eigenthümlichen Symptome; in erster Linie steht hier die Thatsache, daß es überall ein bestimmtes Organ der Pflanze ist, welches brandig wird; bald sind es die Blüten, und zwar meist der Fruchtknoten, bisweilen nur die Staubbeutel, bald der ganze Blütenstand, bald die Früchte, bald die grünen Blätter oder die Stengel, in wenigen Fällen sogar die Wurzeln, in denen der Pilz seine Sporen entwickelt und an deren Stelle also Brandpulver zum Vorschein kommt. Weitere, die einzelnen Brandkrankheiten unterscheidende Symptome liegen in der näheren Beschaffenheit die der brandige Pflanzentheil annimmt, ferner in der Farbe, im Geruch und in sonstiger, insbesondere in mikroskopischer Beschaffenheit des Brandpulvers. Jeder Brandkrankheit entspricht eine bestimmte Brandpilzart, und man kann die eben erwähnten Thatsachen auch so ausdrücken, daß jede Ustilaginee ihre eigenen Nährpflanzen hat, daß jede in bestimmten Organen derselben ihre Sporen bildet und daß jede durch die Beschaffenheit der Sporen charakterisirt ist. In der That finden wir die letztere bei jeder Brandkrankheit streng constant, sie ist auch das wichtigste Merkmal zur Bestimmung eines Brandpilzes, und wir können aus der mikroskopischen Beschaffenheit der Brandsporen bis zu einem gewissen Grade einen Schluß auf die Krankheit machen, von der sie stammen. Ebenso wie wir jetzt wissen, daß der Brand durch die Infection mit den Sporen des Parasiten hervorgerufen wird, so darf auch im Allgemeinen angenommen werden, daß jede Brandkrankheit nur durch Sporen der ihr eigenthümlichen Ustilaginee, nicht eine Brandkrankheit durch eine andere erzeugt werden kann.

Natur der Brandpilze.

In Pflanzen, die von einem Brandpilz befallen sind, findet man, bevor die Theile brandig geworden sind, das **Mycelium** des Pilzes, und zwar nicht bloß in den Theilen, in denen später die Sporen sich bilden,

sondern meist auch in anderen Organen, insbesondere oft in den Stengeln, innerhalb deren es nach den Orten der Sporenbildung hinwächst. Es stellt feine, farblose, verzweigte und stellenweis mit Scheidewänden versehene Fäden dar, welche meist sowol zwischen den Zellen, als auch quer durch dieselben hindurch wachsen. In den Theilen, wo der Pilz zur Sporenbildung gelangt, vermehren sich die Myceliumfäden bedeutend, sie erfüllen hier nicht nur das Innere der Zellen, sondern durchwuchern auch die Membranen derselben (Fig. 66 A) so reichlich, daß sie dieselben bald zerstören und daß ein dichtes Gewirr von Pilzfäden an die Stelle des Zellgewebes tritt. Dabei werden gewöhnlich nur die Hautgewebe nnd die etwa schon vorhandenen festeren Theile der Fibrovasalstränge verschont. An allen Fäden dieser Pilzmasse entstehen nun die sporenbildenden Fäden (Fig. 66 B); dies sind zahlreiche, von jenen entspringende Zweige, welche an ihren Enden oder in größerer Ausdehnung anschwellen unter gleichzeitigem gallertartigen Aufquellen ihrer Membran und unter Auftreten eines dichten, glänzenden, ölhaltigen Inhaltes. Dadurch bekommen die Enden aller Zweige immer deutlicher eine oder mehrere perlschnurförmig hintereinander liegende, kugelige Anschwellungen. Der Inhalt jedes dieser Glieder umgiebt sich nun mit einer neuen Zellmembran und wird dadurch zur jungen, anfangs noch farblosen Spore. In diesem Zustande, der gewöhnlich noch in die jugendliche Entwickelungsperiode der Pflanzentheile fällt, hat die von den Hautgeweben eingeschlossene Pilzmasse eine farblose, weiche, gallertartige Beschaffenheit. Dieselbe färbt sich allmählich dunkel, indem die zahllosen jungen Sporen, aus denen sie jetzt hauptsächlich besteht, sich



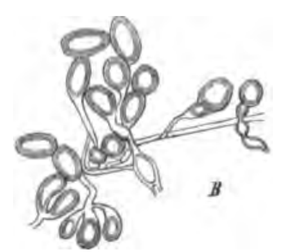


Fig. 66.

Ustilago Carbo *Tul.* in jungen Haferblüten. A Durchschnitt durch ein Stück des Zellgewebes einer jungen Blüte; die Myceliumfäden zahlreich vorhanden in den Zellmembranen und quer durch dieselben von einer Zellhöhle zur anderen wachsend. 500fach vergrößert. B Sporenbildende Fäden des Pilzes aus demselben Gewebe, von welchem einige vom Pilze durchwucherte Zellhautstücken zu sehen sind. Die Fäden sowohl an ihrem Ende, als auch interstitiell zu runden oder ovalen, farblosen Gliedern angeschwollen, aus deren Inhalt je eine Spore wird. 500fach vergrößert.

weiter ausbilden, und die Membranen derselben ihre eigenthümliche Farbe annehmen. Gleichzeitig wird die gallertartige Membran der sporenbildenden Fäden durch Verschleimung immer mehr gelockert und aufgelöst, und verschwindet endlich, gleich den übrigen Theilen der Fäden, so daß die Sporen sich isoliren und allein übrig bleiben. Dann ist aus der farblosen, gallertartigen Pilzmasse die dunkele, trockene, fein staubartige Brandmasse geworden, die anfänglich noch von den Hautgeweben umschlossen ist. Bei vielen Brandkrankheiten zerreißen letztere zeitig, und der Pflanzentheil erscheint dann ganz in Brandpulver zerfallen. Wenige Ustilagineen bilden ihre Sporen äußerlich auf der Oberfläche des Pflanzentheiles; in diesem Falle treten die Fäden über die Epidermis hervor um auf derselben ähnliche Complexe sporenbildender Fäden zu bilden (Fig. 71 A). Dieses sind die allgemeinen Charakterzüge, in denen die verschiedenen Brandpilze hinsichtlich ihrer Ausbildung in der Nährpflanze übereinstimmen; Specielleres ist unten bei den einzelnen Ustilagineen angegeben. Die Sporen sind je nach Arten verschieden, entweder einfache, meist kugelrunde Zellen, oder mehrzellig. An ihrer Membran unterscheiden wir eine äußere dicke, gefärbte Schicht (Episporium); der Inhalt besteht aus Protoplasma, in welchem oft ein deutlicher Kern sichtbar ist.

Wirkung der Brandpilze auf ihre Nährpflanzen.

Die Wirkung der Ustilagineen auf ihre Nährpflanzen ist bei jeder Art dieser Parasiten eine bestimmte. Im Allgemeinen tritt der krankhaft verändernde Einfluß nur an denjenigen Organen der Nährpflanze hervor, in denen der Pilz seine Sporen bildet. Dies ist am auffälligsten da, wo die Sporenbildung auf die Blüten oder Früchte beschränkt ist: hier entwickelt sich die Nährpflanze, obwohl sie das Mycelium des Pilzes wenigstens in ihrem Stengel, enthält, in allen Theilen und während der ganzen Periode bis zum Erscheinen der Blüten oder Früchte meist normal und gesund. Diejenigen Organe, in denen die Sporenbildung erfolgt, werden meistens in der oben besprochenen Weise frühzeitig und ohne vorhergegangene wesentliche Veränderung ihrer Gestalt, unmittelbar zerstört. Je nachdem dies den Stengel, die grünen Blätter, den Blütenstand, einzelne Blütentheile oder die Früchte betrifft, ist die Erscheinung der brandkranken Pflanze eine sehr verschiedene. Manche Brandpilze bewirken an den Theilen, in denen sie die Sporen bilden, bevor sie dieselben zerstören, eine Hypertrophie (pag. 368): diese Theile werden übermäßig ernährt und vergrößert, bisweilen in colossalen Dimensionen und unter Mißbildungen, die je nach den Einzelfällen wieder sehr verschieden sind. Gewöhnlich nimmt dann der Pilz mit seinen sporenbildenden Fäden von dem größten Theile des hypertrophirten Organes Besitz, so daß dieses endlich auch in Brandmasse zerfällt.

Keimung der Brandpilze.

Mit dem Zeitpunkte, in welchem ein Pflanzentheil in Brandmasse zu zerfallen beginnt, haben auch die Sporen ihre Keimfähigkeit erreicht.

Sie behalten dieselbe auch, trocken aufbewahrt, ziemlich lange; nach Hoffmann[1]) sind diejenigen von Ustilago Carbo nach 31 Monaten, die von U. destruens nach 3½ Jahren, die von U. maydis und Tilletia caries nach 2 Jahren noch keimfähig; jedoch ist immer ihre Keimfähigkeit im ersten Jahre nach der Reife am größten. Die Keimung erfolgt auf jeder feuchten Unterlage, oft schon einen oder wenige Tage nach Eintritt der Keimungsbedingungen. Die Spore treibt einen das Epispоrium durchbrechenden farblosen Keimschlauch, in den der Sporeninhalt einwandert. Findet die Keimung nicht auf einer geeigneten Nährpflanze statt, in welche der Keimschlauch eindringen kann, so entwickelt sich letzterer zu einer Bildung, die man Promycelium (Fig. 67, 69, 70) nennt: ein kürzerer oder längerer, meist einfacher, bisweilen mit mehreren Querwänden versehener Faden, der sich mehr oder weniger vom Substrat erhebt, ziemlich bald sein Längenwachsthum einstellt und an seiner Spitze oder Seite Zellen abschnürt, welche wie er farblose Membran haben und den größten Theil des Protoplasma des Promyceliums aufnehmen. Sie werden Sporidien genannt; die Art ihrer Bildung und ihre Form ist eins der wichtigsten Merkmale nach welchen die Ustilagineengattungen unterschieden werden. Die Sporidien lösen sich vom Promycelium ab und stellen eine zweite Generation von Keimen dar, denn sie können, auf feuchte Unterlage gelangt, sogleich wieder einen Keimschlauch treiben, der mitunter wieder secundäre Sporidien abschnürt.

Entwickelung der Brandpilze. Infection der Nährpflanze mit denselben.

Für eine Reihe von Brandpilzen ist es sicher nachgewiesen und daher für die übrigen mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Keimschläuche der Sporen oder der Sporidien in eine ihnen geeignete Nährpflanze wiederum eindringen und in derselben zu einem Mycelium sich entwickeln können, welches schließlich wieder Sporen bildet, also die Brandkrankheit hervorbringt. Auf jeder anderen Unterlage geht die Entwickelung des Pilzes nicht über die eben beschriebenen Promycelium- und Sporidienbildungen hinaus; die letzteren sterben endlich vollständig und ausnahmslos ab, wenn nicht binnen einer gewissen Zeit die geeignete Nährpflanze sich darbietet. Ist letzteres der Fall, so dringt der Keimschlauch sogleich in die Nährpflanze ein, indem er mit seiner Spitze durch die Membran einer Epidermiszelle sich einbohrt und von hier aus in das darunter liegende Gewebe wächst, um sich hier als Mycelium weiter zu bilden. Diese und die folgenden Thatsachen sind durch die Untersuchungen, die Kühn[2]) mit Tilletia caries, Hoffmann[3]) mit Ustilago carbo und

[1]) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik II. pag. 267.
[2]) Krankheiten der Culturgewächse, Berlin 1859.
[3]) Karsten's bot. Untersuchungen. 1866. pag. 206.

Wolff[1]) außer diesen beiden mit Ustilago destruens, U. maydis, Urocystis occulta u. a. angestellt hat, ermittelt worden. Soweit diese Erfahrungen bis jetzt reichen, dringen aber die Keimschläuche immer nur in die junge Nährpflanze und nur an einem bestimmten Organe in dieselbe ein: weiter ausgebildeten oder erwachsenen Pflanzen sind die Keime der Brandpilze ungefährlich. Bei denjenigen der eben genannten Arten, welche in Blütentheilen ihre Sporen bilden, also bis in diese Theile gelangen müssen, dringen die Keimschläuche am leichtesten am Wurzel-, und ersten Stengelknoten und dem dazwischen liegenden Stengelgliede der Keimpflanzen der betreffenden Getreidearten ein. Von dort aus wächst das Mycelium im jungen Halme nach dem Blütenstande aufwärts. Dieser Weg ist sehr kurz, denn das Eindringen geschieht in derjenigen Entwickelungsperiode, wo die Getreidepflanze den Halm noch nicht gestreckt hat, der letztere also noch so kurz ist, daß die junge Anlage des Blütenstandes tief zwischen den unteren Blättern sich befindet. Diejenigen Ustilagineen aber, welche in den Blättern ihre Sporen bilden, wie Urocystis occulta, lassen ihre Keimschläuche vornehmlich durch das erste Scheidenblatt des jungen Getreidepflänzchens eindringen; dabei gelangt das Mycelium ebenfalls auf dem kürzesten Wege nach dem Orte der Fructification, indem es quer durch das Blatt und in die inneren von jenem umhüllten jungen Blätter hinüberwächst. In Uebereinstimmung hiermit steht die Thatsache, daß die entsprechenden Infectionsversuche auch im Großen gelingen, d. h. daß man den Brand an den Pflanzen erzeugen kann, wenn man die Samen mit keimfähigen Brandpilzsporen gemengt aussäet. Solche Versuche hat schon Gleichen[2]) 1781 mit Erfolg angestellt; neuerdings sind sie vielfach mit gleichem Erfolg wiederholt worden.[3]) Zum Belege des Gesagten sei nur Folgendes erwähnt. Kühn zählte von Rispenhirse, die mit Ustilago destruens inficirt worden war, auf je 100 Pflanzen durchschnittlich 98 brandige. Gleichen besäete z. B. 3 Parcellen mit Weizenkörnern, und zwar:

1. naß und mit Brandstaub vermengt, und erntete	178 gute,	166 brandige Aehren,	
2. „ „ rein gesäet, und erntete	340 „	3 „	„
3. trocken und rein gesäet, und erntete	300 „	3 „	„

Bei einem anderen Versuche bestellte er 4 Parcellen mit Sommerweizen und zwar:

1. naß u. mit Brand vom Weizen vermengt, u. erntete	339 gute,	188 brandige Aehren,	
2. „ „ „ „ von der Gerste vermengt, u. erntete	168 „	234 „	„
3. „ „ rein gesäet, und erntete	198 „	4 „	„
4. trocken und rein gesäet, und erntete	102 „	0 „	„

---

[1]) Bot. Zeitg. 1873. Nr. 42—44.

[2]) Auserlesene mikroskopische Entdeckungen etc. Nürnberg 1781, pag. 46 ff.

[3]) Vergl. Kühn, Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. Halle 24. Januar 1874.

Der letztere Versuch zeigt zugleich daß ein Brandpilz, der mehrere Nährpflanzen-Arten bewohnt, von einer auf die andere übergehen kann.

Aeußere Umstände, welche die Entwickelung der Brandpilze begünstigen.

Hiernach werden die Brandkrankheiten dadurch veranlaßt, daß Keime der betreffenden Ustilagineen in Form von Brandstäubchen, die von brandkranken Pflanzen stammen, zu jungen Pflanzen gelangen. Für die Keimung der Sporen, die Entwickelung des Promyceliums und der Sporidien, sowie für das Eindringen der Keimschläuche in die Nährpflanze ist aber dauernde Feuchtigkeit eine Hauptbedingung. Auf trockener Unterlage und in trockener Luft findet keine Keimung statt, und wenn sie schon begonnen hat, so wird sie durch Eintritt von Trockenheit unterbrochen. Versuche im Kleinen zeigen eine überraschend reichliche und üppige Entwickelung der Keimlinge der Sporen in einer mit Wasserdampf geschwängerten Luft. Damit stimmt die Erfahrung überein, daß das Auftreten des Brandes durch gewisse äußere Verhältnisse begünstigt wird, und alle diese lassen sich auf anhaltende größere Feuchtigkeit zurückführen. Bei nassem Wetter, zumal in der Zeit der ersten Entwickelung der Saat, bei großer Bodenfeuchtigkeit, bei eingeschlossener Lage des Ackers, z. B. in engen Gebirgseinschnitten oder in der Nähe unmittelbar herantretenden Hochwaldes, überhaupt in allen Lagen, zu denen die Luft nicht ungehinderten Zutritt hat und die daher zu häufiger und anhaltender Thau- und Nebelbildung geneigt sind, herrscht der Brand immer am stärksten. Geognostische und geographische Verhältnisse zeigen keinen Einfluß, der sich nicht auf den vorher genannten zurückführen ließe. Man kennt den Getreidebrand auf allen Bodenarten. Er kommt ebensowol in den Auen und in den höheren Strichen des Flachlandes, als in den Gebirgen vor, und in den letzteren geht er mit dem Getreide bis an dessen obere Grenze, wo er wegen der hier herrschenden größeren Feuchtigkeit oft ungemein stark auftritt (besonders Ustilago Carbo am Hafer). Der Düngung ist ein Einfluß nur insofern zuzugestehen, als dieselbe einen andauernd größeren Feuchtigkeitsgrad der Bodenoberfläche zur Folge hat. Der das Auftreten des Brandes begünstigende Einfluß, den man frischer Mistdüngung zuschreibt, ist auf diese Weise zu erklären, abgesehen von der Möglichkeit der Anwesenheit entwickelungsfähiger Brandpilzkeime im Dünger, auf die wir unten zurückkommen. Irrig aber wäre es zu glauben, daß Brandpilze nur auf kräftig ernährten Pflanzen sich entwickeln können, denn auch auf dürftigem Boden und selbst an den kleinsten Kümmerlingen kann man den Brand beobachten.

Verhütungs-Maßregeln. Beizen des Saatgutes.

Die Maßregeln zur Verhütung der Brandkrankheiten müssen sich hiernach vor allen Dingen gegen die entwickelungsfähigen Keime der Brandpilze richten. Aus den angeführten Thatsachen können wir, mit besonderer Beziehung auf das Getreide, den Satz ableiten, daß Brand nur entsteht, wenn in der aufgekeimten Saat entwickelungsfähige Keime

des der betreffenden Brandkrankheit eigenthümlichen Parasiten vorhanden und die äußeren Bedingungen der Entwickelung derselben gegeben sind. Es handelt sich also um die Frage, woher und auf welchem Wege solche Keime in die Kulturen gelangen. Nach dem Vorhergehenden ist hinlänglich klar, daß die von brandigen Pflanzen stammenden Sporen nicht etwa schon in demselben Acker auf die gesunden Pflanzen ansteckend wirken und hier den Brand verbreiten können. Denn zur Zeit, wo auf einem Getreidefelde der erste Brand erscheint, sind alle Pflanzen längst über jene Jugendperiode ihrer Entwickelung hinaus, in welcher allein die Keimschläuche jener Pilze in sie eindringen können; vielmehr hängt die Zahl der brandigen Pflanzen, die auf einem Felde stehen, nur davon ab, wie viel Keimpflänzchen anfangs mit Pilzkeimen inficirt worden sind. Es ist klar, daß diejenigen Sporen, welche auf der jungen Saat ihre weitere Entwickelung finden, hauptsächlich mit dem Saatgut eingeschleppt werden, welches von Feldern stammt, auf denen Brand war. Solche Körner sind an ihrer Oberfläche mit Sporen behaftet. Ganz besonders gilt dies von denjenigen Brandpilzen, deren Sporen im Inneren der geschlossen bleibenden Körner enthalten sind, welche mit geerntet und ausgedroschen werden, also vorzüglich vom Steinbrand des Weizens. Aber auch Sporen solcher Ustilagineen, deren Brandmasse auf dem Felde frei verfliegt, werden unzweifelhaft in Menge an den Oberflächen aller Theile des Getreides, in welchem der Brand vorkam, festgehalten und gelangen so auch mit in das Saatgut. Solche Sporen sind für ihre künftige Weiterentwickelung in der günstigsten Lage, denn sie werden mit den Körnern trocken aufbewahrt, behalten also ihre Keimkraft bis zur Zeit der Aussaat, und da sie eben mit den Körnern zugleich ausgesäet werden, so befinden sie sich in der unmittelbarsten Nähe der keimenden Nährpflanze, in welche ihre Keimschläuche eindringen müssen. Daß die Brandpilzsporen die Keimfähigkeit so lange Zeit behalten, als gewöhnlich bis zur Wiederverwendung der Körner als Saatgut vergeht, ergiebt sich aus den oben darüber gemachten Angaben. Um diese Keime unschädlich zu machen giebt es kein anderes Mittel als die Behandlung des Saatgutes mit einer Beize, welche die Keimfähigkeit der Sporen vernichtet, ohne den Getreidekörnern selbst zu schaden. Schon seit längerer Zeit kennt man die günstigen Wirkungen des Beizens, besonders mit Kupfervitriol oder Kalk. So gaben nach Prévost Getreidekörner, welche mit Brandstaub bestreut und darnach mit Kupfervitriol behandelt wurden, nur 1 Brandähre auf 4000 Aehren, dagegen ohne Kupfervitriol 1 Brandähre auf je 3 Aehren, und ohne alle Behandlung mit Brand oder Beize 1 Brandähre auf 150 Aehren. Nach Plathner gab brandiger Weizen von 1000 Körnern:

Durch Schwingen gereinigt:	422	Brandähren.
Mit reinem Wasser gewaschen:	116	„
Mit Kalk gebeizt:	68	„
Mit Kupfervitriol gebeizt:	28—31	„

Auch nach Kühn[1]) ist Kupfervitriol das wirksamste Mittel. Derselbe fand die Sporen des Flugbrandes und des Steinbrandes nach Behandlung mit Alaun-, Schwefelsäure- oder Eisenvitriolbeizen noch keimfähig, während Kupfervitriol schon nach halbstündigem Einbeizen die Keimkraft vernichtet. Er fand ferner, daß für unverletzte, normale Weizenkörner ein 12- bis 16stündiges Einweichen in Kupfervitriollösung ohne merkbaren Nachtheil auf das Bewurzelungs- und Entwickelungsvermögen bleibt; erst eine erheblich längere Einwirkung schwächt (pag. 339); besonders sind die mit Maschinen gedroschenen Körner, weil sie öfter kleine Verletzungen haben, empfindlicher. Nach Kühn's Recept nimmt man ein Pfund Vitriol auf fünf Berliner Scheffel Körner, setzt Wasser zu, so daß die Flüssigkeit ungefähr eine Hand breit über den Körnern steht, wirft letztere nach ungefähr 12 Stunden aus, wäscht sie mit Wasser und läßt sie trocknen.

Stroh von brandigen Feldern.

Auch an dem Stroh, welches von brandigen Getreidefeldern stammt, haftet eine Menge von Sporen. Wenn diese mit jenem in den Stalldünger kommen, so müssen sie freilich schon hier wegen der Feuchtigkeit keimen und nach einiger Zeit sich in der Bildung von Promycelium und Sporidien erschöpfen und absterben. Wenn das Stroh bald wieder mit dem Dünger auf den Acker zurückkehrt, so ist immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß noch lebende Pilzkeime dorthin gebracht werden. Ich sah Keimlinge der Sporen von Ustilago Carbo, die auf feuchtes Substrat ausgesäet und von einer Nährpflanze fern gehalten waren, mehrere Wochen vegetiren, bevor sie vollständig abstarben. Es ist also rathsam, Stroh von stark brandigen Feldern nicht in den Dünger zu bringen.

Ausgefallene Brandsporen.

Eine ungeheuere Menge von Sporen gelangt von dem noch auf dem Halme stehenden Getreide oder bei der Ernte sogleich in den Ackerboden. Bei den ausstäubenden Brandarten, wie Staubbrand ꝛc., wo die Sporen frei und unmittelbar auf die Erde fallen, werden dieselben alsbald keimen und in Ermangelung geeigneter Nährpflanzen verkümmern müssen. Beim Steinbrande des Weizens aber ist die Sporenmasse in geschlossenen Körnern enthalten, welche bei der Ernte ausfallen. Die unverletzten müssen längere Zeit auf dem Boden liegen, bis ihre Schale soweit verwest ist, daß die Sporen in Freiheit gesetzt werden und keimen können. Man findet auf den Stoppelfeldern noch spät im Jahre von der Ernte zurückgebliebene wohl erhaltene Brandkörner. In solchem Falle könnten

---

[1]) Bot. Zeitg. 1873, pag. 502.

sich Sporen im Ackerboden keimfähig bis zur nächsten Bestellung mit Weizen erhalten.

Vorkommen auf anderen Nährspecies.

Endlich können bei denjenigen Ustilagineen, welche auch noch auf anderen Nährspecies vorkommen, auch die letzteren zu einer Infectionsquelle werden. Derselbe Staubbrand, welcher verschiedene Getreidearten befällt, entwickelt sich auch auf einigen wildwachsenden Gräsern, wie Arrhenatherum elatius, Avena flavescens, pubescens etc. oft reichlich; und von diesen können keimfähige Sporen auf junge Getreidesaaten verweht werden.

Diese außer dem Saatgute noch vorhandenen Quellen von Pilzkeimen erklären mit die bisweilen aufgetauchten Klagen von Landwirthen, daß trotz sorgfältigen Beizens dennoch Brand sich gezeigt habe.

Historisches.

Der Brand war als Krankheit des Getreides schon im Alterthume bekannt und hieß bei den römischen Schriftstellern auch schon uredo (von urere brennen), offenbar wegen seiner schwarzen Farbe. Die Meinung, welche die Ursache des Brandes in ungünstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen sucht, finden wir schon bei Plinius und Theophrast ausgesprochen, und sie bestand bis in dieses Jahrhundert. Man hielt die brandige Masse für eine krankhaft veränderte Bildung der Pflanze selbst, ähnlich wie die pathologische Gewebebildung beim thierischen Brande. Persoon hat zuerst in seiner Synopsis fungorum 1801 diese Naturkörper unter die Pilze aufgenommen. Nach ihm hielten nur wenige Botaniker, wie Turpin und Schleiden, an der alten Ansicht, daß der Brand eine pathologisch veränderte Zellbildung der Pflanze sei, fest. Aber trotzdem betrachtete man diese Pilze vielfach als Produkte krankhafter Zustände der Pflanze und glaubte an eine Urzeugung derselben in der letzteren. Dieser Ansicht huldigte besonders Unger und selbst Meyen[1]), trotzdem daß dieser 1837 die Pilzfäden in den erkrankenden jungen Organen entdeckt und die Entstehung der Sporen an diesen erkannt hatte. Daß die Sporen der Brandpilze keimen können, hat schon Prévost[2]) 1807 entdeckt, und Tulasne[3]) hat es 1854 allgemeiner nachgewiesen. Infectionsversuche, bei denen das Eindringen der Keimlinge der Sporen in die Nährpflanze direct verfolgt wurden, stellte zuerst Kühn[4]) 1858 mit Tilletia caries, dann Hoffmann (l. c.) 1866 mit Ustilago Carbo und Wolff (l. c.) 1873 mit einer größeren Anzahl von Brandpilzen an. Darnach sind diese Pilze selbstständige fremde Wesen, welche auf der gesunden Nährpflanze sich ansiedeln und sie brandkrank machen können. Ueber die Entwickelung und die Biologie der Ustilagineen verdanken wir Tulasne (l. c.), de Bary[5]) und Fischer von Waldheim[6]) die meisten Kenntnisse.

---

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 103, 122, und Wiegmann's Archiv 1837.

[2]) Mém. sur la cause innnéd. de la carie. Montauban 1807.

[3]) Ann. des sc. nat. 1854.

[4]) Krankheiten der Culturgewächse. Berlin 1859.

[5]) Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin 1853.

[6]) Beiträge zur Biologie und Entwick. d. Ustilagineen. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot. VII. — Aperçu systématique des Ustilaginées. Paris 1877. — Les Ustilaginées et leurs plantes nouricières. Ann. des sc. nat. 6. sér. T. IV. pag. 190 ff.

Im Nachstehenden sind die wichtigsten Ustilagineen und die durch sie verursachten Brandkrankheiten aufgezählt. Gegenwärtig sind gegen 140 Ustilagineen bekannt auf ungefähr 300 Nährpflanzen. Die specifische Abgrenzung dieser Formen ist freilich nicht durchgängig frei von Zweifeln.

I. Ustilago *Link*.

Merkmale und Umfang der Gattung.

Die Sporen sind einzellig, annähernd kugelrund oder abgeplattet. Das Promycelium bekommt Scheidewände und zerfällt in Glieder, welche die Sporidien darstellen, oder bekommt an der Seite kurze Zweiglein, welche sich als Sporidien abschnüren (Fig. 67). Von den bekannten 80 Arten dieser Gattung sind die wichtigeren und häufigeren folgende. Wir ordnen sie, den pathologischen Gesichtspunkt in den Vordergrund stellend, nach den Familien ihrer Nährpflanzen und in diesen wieder nach den Pflanzenorganen, die der Brandpilz verändert und zerstört.

A. Gramineen.

Staubbrand auf Getreide.

1. Der Staubbrand, Flugbrand, Nagelbrand, Rußbrand oder Ruß, Ustilago Carbo *Tul.* (in älteren Schriften Uredo segetum *Pers.*, Uredo carbo *DC.*, Ustilago segetum *Ditm.*, Caeoma segetum *Link*), der häufigste Brand im Hafer, in der Gerste und im Weizen (nicht am Roggen), und zwar auf allen als Getreide gebauten Arten dieser Gattungen, ferner auf vielen Wiesengräsern, am häufigsten auf dem französischen Raigras (Arrhenatherum elatius), auch auf Avena pubescens, flavescens etc. Er bildet ein schwarzes, geruchloses Pulver in den Aehren und Rispen, deren Aehrchen meist vollständig vernichtet werden, so daß das Brandpulver sehr rasch zum Vorschein kommt und der Blütenstand schon bei seinem Erscheinen schwarz aussieht. Die brandigen Aehrchen sind anfangs nur von den allein unzerstört bleibenden dünnen, grauen Häuten der Spelzen umschlossen, die aber bald zerreißen, worauf das Ganze, höchstens mit Ausnahme der härteren Theile der Spelzen und der Grannen, in schwarzen Staub zerfällt. Letzterer wird in kurzer Zeit durch Wind und Regen fortgetrieben, und es bleibt nur die kahle Spindel des Blütenstandes

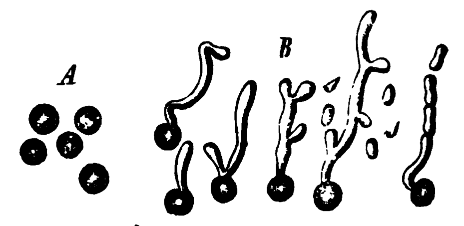


Fig. 67.

Staubbrand (Ustilago Carbo *Tul.*). 400fach vergrößert. A mehrere Sporen. B Sporen gekeimt, mit Promycelium, welches zum Theil in Sporidien (s) zerfällt oder solche an der Seite abschnürt.

auf dem Halme zurück. Meistens werden alle Aehrchen des Blütenstandes durch den Brand zerstört. Bisweilen sind nur die unteren Theile der Spelzen durch den Brand ergriffen, oder die unteren Aehrchen der Aehre oder der Rispe sind brandig, und die oberen bringen gute Körner. Hat die Pflanze mehrere Halme, so trägt in der Regel jeder eine brandige Aehre, doch kommt es mitunter vor, daß an solchen ein oder einige Halme gute Aehren bringen. Solche partielle Erkrankungen erklären sich daraus, daß die betreffenden Theile, bevor der Parasit sich in sie verbreitete, bereits denjenigen Alterszustand erreicht hatten, in welchem der Pilz nicht mehr die geeigneten Bedingungen für seine Ernährung findet. Die Sporen sind kugelrund, braun, mit glattem Epispōrium, 0,007 bis 0,008 Mm. im Durchmesser. Dieser Brand ist zwar sehr schädlich, aber nur insofern, als er einen nach seiner Häufigkeit sich richtenden Ausfall in der Körnerernte bedingt, der allerdings auf manchen Feldern ein großer ist, aber er verunreinigt Körner und Mehl nicht, weil die Brandmasse zur Zeit der Ernte größtentheils von den Halmen verschwunden ist.

Hirsebrand 2c.

2. Der Hirsebrand, Ustilago destruens *Dub.*, bildet ein schwarzes Pulver in der noch eingeschlossenen Rispe der Hirse (Panicum miliaceum), welche dadurch ganz zerstört wird und als schwarze Masse aus der obersten Blattscheide hervortritt. Die rundlich-eckigen Sporen sind 0,009—0,012 Mm. im Durchmesser, braun und durch das undeutlich netzförmig gezeichnete Epispōrium von dem vorigen Pilz unterschieden. Die Krankheit ist in manchen Jahren in den Hirsefeldern häufig und schädlich.

Auf anderen Arten der Gattung Panicum und nächst verwandten Gattungen werden die Blüten durch andere Brandpilze zerstört. So kommen auf dem Blutfennich (Panicum sanguinale), der bisweilen angebaut wird, zwei Formen vor, welche beide in ähnlicher Weise wie der Hirsebrand die junge Rispe und das oberste Halmglied mehr oder weniger vollständig zerstören, nämlich Ustilago Digitariae *Rabenh.* (U. pallida *Kcke.*), die von Rabenhorst[1]) schon 1847 in Italien entdeckt wurde, mit 0,0057 Mm. großen glatten Sporen, bei denen das Promycelium gerade ist und sich nahe der Spore abgliedert wie ein einziges Sporidium, und Ustilago Rabenhorstiana *Kühn*, welche erst neuerdings von Kühn[2]) bei Halle in Culturen des Blutfennichs, dessen Samen aus der Oberlausitz stammte, beobachtet worden ist, mit 0,0085—0,012 Mm. großen Sporen und körnig rauhem Epispōrium, welche ein gebogenes, nicht sich abgliederndes Promycelium entwickeln. Für die Selbständigkeit dieser Form scheint der Umstand zu sprechen, daß Kühn bei Aussaatinfectionen den Pilz überaus leicht auf den Blutfennich übertragen konnte, aber nicht auf Sorghum-Arten, und ebensowenig Ustilago destruens auf Panicum sanguinale. — An der Kolbenhirse (Setaria italica) ist von

---

[1]) Flora 1850, pag. 625.

[2]) Hedwigia 1876, pag. 4. und Fühling's. landw. Zeitg. 1876, pag. 35.

Körnicke[1]) ein Brandpilz, Ustilago Crameri *Kcke.*, bei Zürich gefunden und dann durch Aussaatinfection cultivirt worden, welcher bei äußerlich unveränderter Rispe das schwarze Sporenpulver nur im Innern der Fruchtknoten bildet; letztere bleiben von ihrer zarten Haut, mit welcher die Spelzen verwachsen sind, geschlossen; dieselbe zerreißt aber später oft. Die Sporen sind kugelig oder länglich, 0,008—0,009 Mm. im Durchmesser und glatt. Die in gleicher Weise an Setaria glauca auftretende Ustilago neglecta *Niessl* hat längliche oder eiförmige, 0,012 Mm. lange Sporen mit fein netzförmig gezeichnetem Episporium. — Endlich sind auch auf ausländischen hirseartigen Gräsern besondere Brandformen gefunden worden, so Ustilago trichophora *Kze.* auf Panicum colonum, Ustilago Penniseti *Kcke.* auf Pennisetum vulpinum etc.[2])

Sorghum-Brand.

3. Der Sorghum-Brand, Ustilago Tulasneï *Kühn* (Tilletia Sorghi *Tul.*) auf der Moorhirse (Sorghum vulgare) und anderen Sorghum-Arten in Egypten, Abessynien, Griechenland, Italien und Südfrankreich nicht selten, bildet meist nur in den Fruchtknoten, seltener auch in den Staubgefäßen ein schwarzes Pulver bei sonst unveränderter Rispe. Die Sporen sind kugelig, 0,005—0,007 Mm., glatt. — Eine zweite Brandform auf dieser Nährpflanze, Ustilago Reiliana *Kühn* erhielt Kühn[3]) aus Cairo, wo sie „Homari" genannt und gefürchtet wird. Sie zerstört die ganze Rispe und wandelt sie in eine große Brandblase um. Die Sporen sind kugelig, 0,009—0,014 Mm., glatt. Später ist der Pilz auch in Italien auf Sorghum vulgare und unter gleichen Symptomen an den männlichen Rispen des Mais gefunden worden; auch hat ihn Kühn durch Aussaatinfection auf Sorghum saccharatum übertragen. — Eine dritte Ustilago-Art auf Sorghum saccharatum, Ustilago cruenta *Kühn*, welche an den Rispenästen, bisweilen auch an den Spelzen und inneren Blütentheilen, kleine braunrothe Erhabenheiten bildet, die mit röthlich schwarzem Brandstaub erfüllt sind, fand Kühn (l. c.) bei Schwusen in Schlesien und bei Halle.

Maisbrand

4. Der Maisbrand oder Beulenbrand, Ustilago maydis *Lév.* an der Maispflanze, und zwar in den Seitentrieben, auf welchen sich die Kolben entwickeln; dieselben wachsen dadurch zu einer unförmigen Beule aus, welche mitunter die Größe eines Kinderkopfes erreicht, aus dem verunstalteten Kolben und den umhüllenden Scheiden besteht und später ganz oder größtentheils in ein schwarzes Brandpulver zerfällt, dessen Sporen kugelig, 0,009 bis 0,01 Mm. im Durchmesser und mit braunem, feinstacheligem Episporium versehen sind. Die Krankheit hat Vereitelung der Körnerbildung zur Folge und ist daher sehr schädlich, besonders in den

---

[1]) Fuckel, Symbolae mycologicae, 2. Nachtrag, pag. 11.
[2]) Vergl. Körnicke, Hedwigia 1877, pag. 34 ff.
[3]) Die Brandformen der Sorghum-Arten. Mittheilgen. d. Ver. f. Erdkunde 1877, pag. 81—87.

eigentlich maisbauenden Ländern, wo dieser Brand nicht selten ist. Derselbe kommt auch in ganz Deutschland auf dem Mais vor.

Ein wesentlich anderer Brandpilz, Ustilago Fischeri *Passer.*, ist auf Mais neuerdings in der Umgegend von Parma von Passerini[1]) gefunden worden, wo er auf einigen Feldern die Hälfte der Ernte verdarb. Er bildet die Sporen in der Spindel der weiblichen Kolben und behindert die Ausbildung der meisten Körner, die entweder gar nicht entwickelt werden oder sehr klein bleiben und dann auch mit Brandstaub erfüllt sind; doch können zugleich auch gesunde Körner auf einem solchen Kolben sich bilden. Die Sporen sind 0,004—0,006 Mm., kugelig, mit fein punktirt rauhem Episporium. — Von dem Vorkommen der U. Reiliana in der männlichen Rispe des Mais ist oben die Rede gewesen.

Roggenkornbrand.

5. Der Roggenkornbrand, Ustilago secalis *Rabenh.*, bildet die Sporen nur innerhalb der Körner des Roggens, bei sonst unveränderter Aehre, daher dem Steinbrand des Weizens ähnlich, aber von diesem außer durch Vorkommen auch durch Geruchlosigkeit und durch die Sporen unterschieden, welche meist kugelig, 0,012 Mm. im Durchmesser und mit dunkelbraunem, undeutlich netzförmig gezeichnetem Episporium versehen sind. Dieser Brand ist nur von Corda[2]), als Uredo secales bezeichnet, in Böhmen und von Rabenhorst 1847 in Italien gefunden worden. (Vergl. unten Tilletia secalis.)

Brand auf Bromus.

6. Ustilago bromivora *F. de Wldh.* bildet ein schwarzes Pulver in den zerstörten Blüten bei unveränderten Spelzen und Rispen von Bromus secalinus, mollis, macrostachys etc. Sporen 0,006—0,01 Mm. groß, fein warzig oder fast glatt.

Rohrschilfbrand.

7. Der Rohrschilfbrand, Ustilago grandis *Fr.* (U. typhoides *F. de Wldh.*) bildet sein schwarzes Sporenpulver in den Halmgliedern des Schilfrohres (Phragmites communis), welche dadurch sich verdicken, so daß sie fast wie ein Rohrkolben aussehen, von der Oberhaut des Halmes lange bedeckt bleiben, graubräunlich aussehen und später aufspringen. Die Sporen sind kugelig, 0,008 Mm., mit glattem Episporium.

Brand auf Triticum repens etc.

8. Ustilago hypodytes *Fr.*, sehr ausgezeichnet durch die Bildung der Sporenmassen auf der Oberfläche der Halmglieder, die dadurch ringsum mit schwarzer Brandmasse bedeckt erscheinen, desgleichen auf der Innenseite der Blattscheiden, wodurch der Halm in seiner Entwickelung gehemmt wird; an verschiedenen Gräsern, besonders Triticum repens und Calamagrostis Epigeios. Die Sporen sind 0,004—0,006 Mm. im Durchmesser, glatt.

---

[1]) Citirt in Just, Bot. Jahresbericht für 1877, pag. 123.

[2]) Oekon. Neuigkeiten und Verhandlungen 1848, pag. 9.

9. Ustilago longissima *Lév.*, in den Blättern des Süßgrases (Glyceria spectabilis und Glyceria fluitans) in langen parallelen Streifen, welche mit dem olivenbraunen Brandpulver erfüllt sind und bald aufplatzen, wodurch die Blätter zerschlitzt werden und absterben, und der Halm endlich verkümmert ohne zu blühen. Die kugeligen Sporen haben 0,0025—0,0026 Mm. im Durchmesser und ein glattes, sehr blaß olivenbraunes Episporium.

Brand auf Glyceria.

Andere die Blätter in langen Linien zerschlitzende Ustilago-Arten kommen noch mehrere auf Gräsern vor, wie z. B. Ustilago echinata *Schröt.* auf Phalaris arundinacea, U. Salveii *Berk.* et *Br.* auf Dactylis glomerata, U. Urbani *Magn.* auf Setaria viridis, letztere auch in den Blüten, wodurch diese zu grünen Blätterbüscheln vergrünen.

B. Cyperaceen.

10. Ustilago urceolorum *Tul.*, auf zahlreichen Arten von Carex, wie C. pilulifera, humilis, brizoides, vulgaris, rigida etc., deren Früchte durch den Pilz verdorben werden, indem die Sporen sich auf der Oberfläche des Fruchtknotens bilden, der dann als ein verdickter, runder, schwarzer Körper den Utriculus sprengt und hervorbricht. Die Sporen sind rundlich-eckig, 0,016—0,024 Mm. im Durchmesser, mit dunkelbraunem, körnig-rauhem Episporium.

Brand der Cyperaceen.

Ferner kommen in Carex-Früchten vor: Ustilago olivacea *Tul.*, ein olivenbraunes, in langen Fäden aus dem Utriculus heraushängendes Pulver bildend, mit hell olivenfarbigen, oft gestreckten, fein höckerigen Sporen, und Ustilago subinclusa *Kcke*, dessen Sporenmassen vom Utriculus umhüllt sind und aus oft eckigen, dunkelolivenbraunen, grob höckerigen Sporen bestehen. Ustilago Montagneï *Tul.* in den Früchten von Rhynchospora alba. — In den Wurzeln von Scirpus parvulus ist Ustilago marina *Dur.* gefunden worden.

C. Juncaceen.

11. Eine unbenannte Brandart ist von Buchenau[1]) in den Blütenachsen von Luzula flavescens und L. Forsteri gefunden worden, wo der Pilz eine Umbildung der Blüten in Form einer Viviparie zur Folge hat: jede Einzelblüte ist in einen dichten Büschel grüner, langzugespitzter Hochblätter verwandelt, deren einige wieder in ihrer Achsel einen ganz kleinen Sproß tragen. Die Hauptachse des Triebes ist in eine schwarze, eiförmige, dicht von Brandpulver erfüllte Masse umgewandelt, und auch die Basen der oberen Blätter sind davon eingehüllt.

Brand der Juncaceen.

D. Liliaceen.

12. Ustilago Vaillantii *Tul.* bildet ein olivenbraunes Pulver in den Staubbeuteln der Blüten von Scilla bifolia und maritima und Muscari comosum. Die Sporen sind 0,008—0,011 Mm. im Durchmesser, mit papillösem Episporium.

Brand auf Liliaceen.

[1]) Abhandl. d. naturwiss. Ver. zu Bremen 1870 II. pag. 389.

13. **Ustilago Ornithogali** *Kühn* (U. umbrina *Schröt.*) in den Blättern verschiedener Gagea-Arten, in denen die Sporen ein dunkel olivenbraunes Pulver in aufbrechenden länglichrunden Pusteln bilden. Die Sporen sind eiförmig bis kugelig, abgeplattet, 0,0147—0,022 Mm. lang, mit glattem, hellbraunem Episporium. — Ustilago Heufleri *Fuckel* tritt in ähnlicher Weise in den Blättern von Tulipa sylvestris auf.

E. Palmen.

Brand der Dattelpalme.

14. **Ustilago Phoenicis** *Corda.* auf der Dattelpalme, bildet ein schwarzviolettes Pulver in den Datteln, deren um den Kern liegende Fleischsubstanz dadurch zerstört wird. Die Sporen sind ungefähr kugelig, 0,004—0,005 Mm. im Durchmesser, mit glattem, grauviolettem Episporium.

F. Artocarpeen.

Brand der Feigen.

15. **Ustilago Ficuum** *Rchdt.* zerstört das Fruchtfleisch der Feigen, so daß nur die äußere derbe Schicht übrig bleibt und das Innere in schwarzvioletten Staub verwandelt wird.

G. Polygoneen.

Brand der Polygoneen.

16. **Ustilago utriculosa** *Tul.* in den Blüten von Polygonum Hydropiper, lapathifolium etc. Das Mycelium findet sich außerhalb der Blüten nirgends; der Fruchtknoten wird mit Ausnahme der Epidermis zerstört und zerfällt in violettbraunes Pulver. Die Sporen sind 0,010—0,012 Mm. im Durchmesser, das Episporium ist netzförmig gezeichnet, hellviolett. — Verschieden davon ist Ustilago Candollii *Tul.* in den Blüten von Polygonum Bistorta und viviparum, diese ganz zerstörend, durch glatte Sporen unterschieden.

17. **Ustilago Bistortarum** *Schröt.* (Tilletia bullata *Fuckel*) bildet in den Blättern von Polygonum Bistorta und viviparum große, inwendig durch Brandpulver schwarze Buckel. Die Sporen sind kugelig, 0,015—0,016 Mm. im Durchmesser, mit stacheligem Episporium.

18. **Ustilago Kühniana** *Wolff.* in Blättern, Stengeln und Blütenständen von Rumex Acetosella und Acetosa, mit rundlichen, 0,014—0,016 Mm. großen, röthlichvioletten, netzförmig gezeichneten Sporen. Von diesem Pilz scheint kaum verschieden Ustilago Parlatareï *F. de Wldh.*, den Fischer von Waldheim[1]) bei Moskau fand auf Rumex maritimus, in dessen sämmtlichen oberirdischen Theilen die nur wenig kleineren Sporen gebildet werden. Die Stengel sind dabei verkürzt und verdickt und kommen nicht zur Blüte.

---

[1]) Hedwigia 1876, pag. 177.

H. Caryophyllaceen.

19. **Ustilago antherarum** *Fr.* (U. violacea *Tul.*) in den Antheren verschiedener Caryophyllaceen, wie Saponaria officinalis, Silene nutans, quadrifida u. a., Lychnis diurna, L. verspertina, L. Flos cuculi, Dianthus deltoides, Malachium aquaticum, Stellaria graminea etc. ein lilafarbenes Pulver bildend. Die Sporen sind 0,008—0,010 Mm. groß, das Episporium netzförmig gezeichnet, sehr hell violett.

Brand der Caryophyllaceen.

I. Dipsaceen.

20. **Ustilago flosculorum** *Fr.* lebt mit ihrem Mycelium nur in den Antherenwänden[1]) von Knautia arvensis und bildet die Sporen in den Antheren, die anstatt mit Pollen mit blaßviolettem Pulver erfüllt sind. Die Sporen haben netzförmig gezeichnetes, fast farbloses Episporium. U. intermedia *Schröt.* in den Antheren von Scabiosa Columbaria, und U. Succisae *Magn.* in denjenigen von Succisa pratensis sind nur durch geringe Größen- und Farbenunterschiede der Sporen von jener verschieden, in der Keimung nicht abweichend[2]) und wol kaum eigene Arten.

Brand der Dipsaceen.

K. Compositen.

21. **Ustilago receptaculorum** *Fr.* bildet ein schwarzviolettes Pulver in den von den Hüllblättern umschlossen bleibenden Blütenköpfen von Tragopogon pratensis und Scorzonera humilis, deren Blüten dadurch zerstört werden. Die Sporen bilden sich auf der Oberfläche des Blütenbodens und sind 0,012—0,016 Mm. im Durchmesser, dunkelviolett, mit schwach netzförmig gezeichnetem Episporium.

Brand der Compositen.

Ustilago Cardui *F. de Wldh.* bildet seine Sporen in den Fruchtknoten von Carduus acanthoides.

II. Tilletia *Tul.*

Die Sporen sind einzellig, kugelrund. Das Promycelium bleibt ungetheilt und bildet die Sporidien auf seinem Ende; dieselben sind von gestreckt linealischer Gestalt und stehen zu mehreren wirtelförmig auf der Spitze des Promyceliums, meist paarweis durch Queräste copulirend (Fig. 69); die copulirten Paare abfallend und mit Keimschlauch keimend, der wieder ein secundäres Sporidium bilden kann (Fig. 69 s_1). Sämmtlich Gramineen bewohnende Parasiten.

Gattungsmerkmale.

1. **Der Steinbrand, Schmierbrand, Faulbrand, Faulweizen, geschlossener Brand,** Tilletia caries *Tul.* (Uredo caries *DC.*, Ustilago sitophila *Ditm.*, Caeoma sitophilum *Link*). Der

Steinbrand des Weizens.

[1]) Fischer v. Waldheim, Bot. Zeitg. 1867, Nr. 50.
[2]) Vergl. Schröter, Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl., II. Bd. pag. 349 ff.

schädlichste Brand, auf den Weizen und Spelz beschränkt, in den geschlossen bleibenden Körnern als ein schwarzbraunes, frisch wie Häringslake stinkendes Pulver, bei übrigens fast unveränderter Aehre, daher die kranken Pflanzen auf dem Acker nicht leicht zu erkennen sind. In der Regel sind sämmtliche Körner der Aehre brandig; diese bleibt etwas länger grün als die gesunden, ihre Spelzen stehen etwas spreizend ab, so daß sie das Korn nicht ganz bedecken, weil dieses mehr als die gesunden Körner anschwillt. Letzteres ist kürzer aber dicker als das gesunde Weizenkorn, von nahezu kugeliger Gestalt (Fig. 68), hat eine graubraune, dünne, leicht zerdrückbare Schale, ist leichter als die gesunden Körner, auf Wasser schwimmend, und enthält statt weißen Mehles nur schwarze, anfangs schmierige, später trockene Brandmasse. Der Geruch rührt her von einem durch den Pilz erzeugten eigenthümlichen flüchtigen Stoff, Trimethylamin, welches mit dem in den Häringen identisch ist. Die kranken Aehren bleiben mit den geschlossenen Brandkörnern bis zur Reife des Getreides stehen. Diese gelangen daher mit in die Ernte, die Brandmasse verunreinigt das Mehl, welches dadurch eine unreine Farbe und widerlichen Geruch bekommt. Die Sporen sind kugelig, durchschnittlich 0,018 Mm. im Durchmesser, das Episporium blaßbraun, mit stark ausgebildeten netzförmigen Verdickungen.

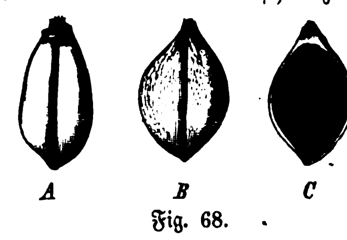


Fig. 68.

A gesundes Weizenkorn. B Brandkorn des Weizensteinbrandes (Tilletia Caries *Tul.*). C dasselbe im Durchschnitt, ganz mit Brandmasse erfüllt.

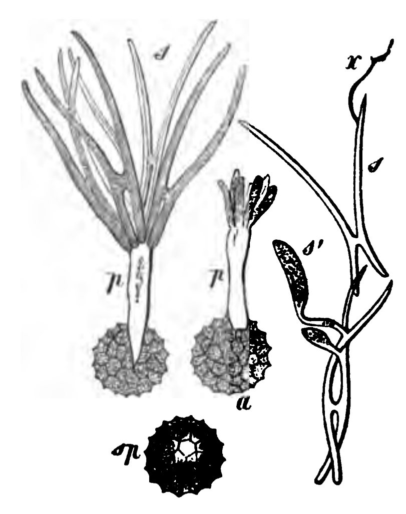


Fig. 69.

Steinbrand des Weizens (Tilletia Caries *Tul.*), 400fach vergrößert. sp eine Spore; pp keimende Sporen mit Promycelium, welches auf der Spitze die cylindrischen Sporidien, einen Quirl bildend, und paarweis copulirend, trägt, bei a im Beginne der Entwickelung, bei s fertig. Rechts zwei abgefallene und keimende Sporidienpaare, bei x einen Keimschlauch treibend, der an der anderen ein secundäres Sporidium s_1 gebildet hat.

Tilletia laevis im Weizen.

2. Tilletia laevis *Kühn*, mit der vorigen Art ganz übereinstimmend hinsichtlich des Vorkommens, der Beschaffenheit des Brandkornes,

des Geruches und der Größe und Gestalt der Sporen, aber mit glattem Episporium. Kommt sowohl allein, als mit der vorigen vor, besonders im Sommerweizen der Alpenländer, wo an manchen Orten nur diese, an anderen nur die vorige vorkommt.[1])

Tilletia contraversa auf der Quecke.

3. Tilletia contraversa *Kühn*, in den Körnern der Quecke (Triticum repens) bei unveränderter Aehre, wie der Steinbrand, auch von demselben Geruche; die Sporen sind durchschnittlich 0,017 Mm. im Durchmesser, ungleich gestaltet, kugelig, eiförmig, elliptisch oder eckig, die netzförmigen Zeichnungen des Episporiums treten stärker leistenförmig hervor. Das Mycelium des Pilzes überwintert in den unterirdischen Ausläufern der Quecke. Kühn hält diesen Pilz, den andere Botaniker mit dem Steinbrand identificirten, für eine selbständige Species.

Kornbrand.

4. Der Kornbrand, Tilletia secalis *Kühn*, bildet ein braunes Pulver von demselben Geruche wie Tilletia caries, in den Körnern des Roggens, hat kugelige 0,020—0,026 Mm. große Sporen mit stark netzförmig gezeichnetem Episporium. Diesen Brand hat zuerst Kühn[2]) von Ratibor in Schlesien 1876 erhalten. Nach Cohn's[3]) weiteren Nachforschungen ist diese locale Krankheit in der dortigen Gegend schon seit mindestens 30 Jahren endemisch. In demselben Jahre 1876 ist sie nach v. Nießl[4]) auch um Brünn in großer Menge aufgetreten. Körnicke[5]) hält übrigens die oben erwähnte Ustilago secalis *Rabenh.* für identisch mit dem vorstehenden Pilze, indem er den Größenunterschied der Sporen leugnet und den Geruch als ein wechselndes Merkmal erklärt. Weitere Untersuchungen haben darüber zu entscheiden.

Sehr ähnlich sind: Tilletia Lolii *Awd.* in den Körnern von Lolium perenne, temulentum und arvense, Tilletia Hordeï *Kcke.*, die in Persien in den Körnern von Hordeum murinum und fragile gefunden worden ist, und mehrere andere.

Brand auf Agrostis.

5. Tilletia sphaerococca *F. de Wldh.* (T. decipiens *Kcke.*) auf Agrostis vulgaris, A. alba und A. Spica venti, die Fruchtknoten der kleinen Blüten dieser zartrispigen Gräser in lauter kleine Brandkörner verwandelnd, die auch den eigenthümlichen Geruch der vorigen Arten haben. Die beiden erstgenannten Straußgrasarten nehmen dabei oft eine Zwergform an (Linné's Agrostis pumila), werden bisweilen nur 4 Cm. hoch; doch hat Kühn sie auch bis gegen 40 Cm., d. h. der normalen Größe nahe-

---

[1]) Vergl. Kühn in Hedwigia 1873, pag. 150.

[2]) Fühling's landw. Zeitg. 1876, pag. 649 ff. und Bot. Zeitg. 1876, pag. 470 ff.

[3]) Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. 1876, pag. 135.

[4]) Hedwigia 1876, pag. 161.

[5]) Verhandl. d. naturhist. Ver. f. Rheinland u. Westph. 1872 und Hedwigia 1877, pag. 29.

kommend, gefunden und Agrostis Spica venti, wenn sie von dem Parasit befallen wird, überhaupt nie verzwergt gesehen. Die Sporen sind 0,026—0,030 Mm. groß und haben netzförmig gezeichnetes Epispörium.

Brand in Blättern von Brachypodium etc.

6. Tilletia endophylla *de By.* bewohnt die Blätter von Brachypodium pinnatum und sylvaticum, ihr geruchloses schwarzes Brandpulver bricht in langen, schmalen Längslinien aus den Blättern und Blattscheiden, wodurch dieselben verkümmern, gelb und zerrissen werden. Die Sporen sind kugelig oder länglich, 0,020—0,024 Mm., mit schwarzbraunem, netzförmigem Epispörium. Vielleicht nicht specifisch davon verschieden sind T. Milii *Fuckel* mit 0,012—0,013 Mm. großen Sporen in den Blättern von Milium effusum und T. Calamagrostis *Fuckel* mit 0,016 Mm. großen Sporen in den Blättern von Calamagrostis.

In derselben Weise verdirbt Tilletia de Baryana *F. de Wldh.* Die Blätter von Holcus mollis, Lolium perenne, Festuca ovina, Bromus inermis ꝛc. Sie unterscheidet sich durch kurz stachelige Sporen, die 0,010—0,012 Mm. groß sind. Ob mit diesem Pilz die oben genannten Ustilago Salveii, echinata ꝛc. identisch sind, läßt sich bei der Unbekanntschaft der Keimung gegenwärtig nicht entscheiden.

III. Geminella *Schröt.*

Gattungscharakter.

Die Sporen bestehen aus je zwei einander gleichen Zellen. Ihre Bildung geschieht, indem die gewöhnlich spiralig verschlungenen sporenbildenden Fäden, die hier nicht gallertartig aufquellen, sich in Gliederzellen abschnüren, welche direct zu den Sporen werden, indem die Verdickungen des Epispöriums auf ihrer Außenseite auftreten; jede Gliederzelle wird durch Bildung einer Scheidewand zur zweizellige Spore.[1])

Brand in Veronica-Früchten.

1. Geminella Delastrina *Schröt.* (Thecaphora Delastrina *Tul.*) bildet ein schwarzes Brandpulver in den Früchten von Veronica arvensis, hederaefolia, triphyllos und praecox, die dann keine Samen entwickeln. Das Mycelium findet sich nach Winter (l. c.) im Mark der ganzen Pflanze und dringt aus den Placenten in die Samenknospen ein, um in denselben die Sporen zu bilden. Diese sind 0,010—0,013 Mm. lang, mit graugrünem, warzigem Epispörium.

Brand in Blättern von Carex.

2. Geminella foliicola *Schröt.* (G. melanogramma *Magn.*) bildet die Sporen in den Epidermiszellen der Blätter von Carex rigida und digitata, aus denen sie in schwarzbraunen Längsstreifen hervorbrechen. Sporen 0,008—0,011 Mm. lang, umbrabraun. Von Schröter neuerdings als besondere Gattung Schizonella melanogramma *Schröt.* aufgestellt wegen abweichender Bildung der Sporen.

---

[1]) Nach Winter, Flora 1876, Nr. 10.

IV. Thecaphora *Fingerh.*

Arten von Thecaphora.

Sporenknäuel aus mehreren einander gleichen Zellen zusammengesetzt. Meist ungenau bekannte Pilze, von denen einige einheimische, aber seltene Arten bekannt sind, so Thecaphora Westendorpii *F. de Wldh.* in den Aehrchen von Lolium perenne, Thecaphora hyalina *Fingerh.* in den Kapseln von Convolvulus arvensis und Calystegia, Thecaphora deformans *Dur. et Mntgn.* und andere Arten in den Hülsen verschiedener Papilionaceen, dieselben verunstaltend.

V. Urocystis *Rabenh.*

Gattungscharakter.

Sporenknäuel aus mehreren Zellen zusammengesetzt, von denen eine oder mehrere mittlere größer und gefärbt, eine Anzahl peripherischer kleiner, farblos oder blasser sind. Die Bildung dieser Sporenknäuel geschieht, indem die sporenbildenden Fäden mehr oder minder deutliche Spiralwindungen beschreiben und später aus ihren Gliedern die centralen Zellen bilden, während dünnere Fäden sich um diese legen, mit ihnen verwachsen und zu den peripherischen Zellen werden[1]. Nur die großen centralen Zellen sind keimfähig. Das Promycelium bildet die Sporidien an der Spitze, wie Tilletia (Fig. 70).

Roggenstengelbrand.

1. Der Roggenstengelbrand oder Roggenstielbrand, Urocystis occulta *Rabenh.* (Uredo occulta *Wallr.*, Polycystis occulta *Schlechtend.*) in den Halmgliedern und in den Blattscheiden des Roggens vor der Blütezeit. Die genannten Theile bekommen zuerst sehr lange, anfangs graue, etwas schwielenförmige Streifen, die im Innern ein schwarzes Pulver enthalten; bald brechen dieselben von selbst auf und lassen ihren Inhalt hervortreten. In diesen Streifen ist das Parenchym durch den Parasit zerstört worden, und die Sporenmasse desselben ist an dessen Stelle getreten. Die Halme werden dadurch zerschlitzt und brechen endlich zusammen. Bisweilen geht dieser Brand bis in die Aehre, deren Spelzen

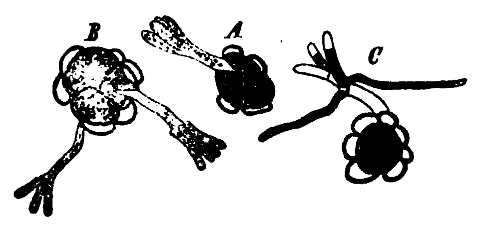


Fig. 70.

Roggen-Stengelbrand (Urocystis occulta *Rabenh.*), 300fach vergrößert. Drei Sporenknäuel, keimend mit Promycelium und Sporidienbildung. Jeder Sporenknäuel aus 1 bis 3 großen, innern, braunen und mehreren kleineren, hellen peripherischen Zellen zusammengesetzt; nur aus den ersteren kommen die Keimschläuche. Nach Wolff.

[1] Vergl. Winter, Flora 1876, Nr. 10.

dann mehr oder weniger verkrüppelt sind und wie die Blattscheiden zwischen ihren Nerven schwarze Brandschwielen haben. Meistens wird aber die Aehre vom Parasit verschont. Jedoch kommt es nur in den seltensten Fällen vor, daß solche Pflanzen reifende, körnerhaltige Aehren bringen; denn entweder ist der Halm, noch ehe die Aehre erscheint, zusammengebrochen oder wenn die Krankheit erst während des Blühens oder der Reifung der Aehre einen stärkeren Grad erreicht, so knickt der brandige Halm unter der schwerer werdenden Aehre um; diese wird dann nicht mehr ernährt und vertrocknet. Die Sporenknäuel sind durchschnittlich 0,024 Mm. im Durchmesser, dunkelbraun, mit 1—3 centralen Zellen. Dieser dem Roggen sehr schädliche Brand ist zwar viel seltener als der im übrigen Getreide vorkommende Flugbrand und Steinbrand, aber unter den bekannten Brandkrankheiten des Roggens die häufigste.

Andere gräserzerstörende Arten.

Auf anderen Gramineen kommen auch Urocystis-Formen vor, bei denen ebenfalls durch eine schwarze Brandmasse die Blätter und Blattscheiden, zum Theil auch die Halme in langen Streifen zerschlitzt werden, nämlich eine in Neuholland auf dem Weizen (Triticum vulgare) gefundene Form, die Körnicke[1]) von der auf dem Roggen für verschieden hält und Urocystis Tritici *Kcke.* genannt hat, ferner eine Form auf Lolium perenne, die Fischer von Waldheim[2]) zu U. occulta zieht, eine auf Triticum repens, Urocystis Agropyri *Schröt.*, mit 0,012—0,020 Mm. großen Sporenknäueln, eine auf Arrhenatherum elatius, die Fuckel[3]) zu U. occulta, Schröter zu U. Agropyri rechnet, ferner Urocystis Ulii *Magn.* auf Poa pratensis, mit 0,024—0,030 Mm. großen Sporenknäueln mit sehr hohen Randzellen, endlich Urocystis Alopecuri n. sp. in Blättern, Blattscheiden unter Halmen von Alopecurus pratensis, mit 0,013—0,031 Mm. großen Sporenknäueln, deren 1 bis 3 große Innenzellen von zahlreichen Randzellen ganz eingehüllt sind, welche in Farbe und Größe fast in die Innenzellen übergehen.

Brand auf Colchicum etc.

2. Urocystis Colchici *Rabenh.* bildet ein schwarzes Pulver in den Blättern von Colchicum autumnale. Die Sporenknäuel sind 0,020—0,024 Mm. im Durchmesser. Einen ebensolchen Brand hat man auch in den Blättern von Allium rotundum, Scilla bifolia, Muscari comosum, Paris quadrifolia gefunden und mit diesem identificirt[4]), ferner eine Urocystis magica *Passer.* in Blättern von Allium magicum, eine andere Form in den unteren Theilen der Blätter von Ornithogalum umbellatum (Urocystis Ornithogali *Kcke*). Ob es sich bei ihnen allen um einen und denselben Pilz handelt, und ob auch die beiden folgenden zu ihnen gehören, ist noch zu entscheiden.

Zwiebelbrand.

3. Der Zwiebelbrand, Urocystis Cepulae *Frost.*, nach Farlow[5])

---

[1]) Hedwigia 1877, Nr. 3.
[2]) Apercu des Ustilaginées, pag. 41.
[3]) l. c. pag. 41.
[4]) Vergl. Fuckel, Symbolae mycolog. pag. 41.
[5]) Nach Just Bot. Jahresber. für 1877, pag. 122.

eine in den letzten 10 bis 15 Jahren in Nordamerika in den Staaten Massachusetts und Connecticut an den Speisezwiebeln sehr schädlich aufgetretene Krankheit, bei welcher ein Brandpilz die jungen Samenpflanzen ergreift und zur Folge hat, daß dieselben keine Zwiebeln ansetzen und zu Grunde gehen. Anfangs ist er nur auf die äußeren Blätter beschränkt, das Mycelium findet sich nur in der Nachbarschaft der schwarzen Brandflecke; später ist es überall in den Blättern, Zwiebeln und Wurzeln vorhanden. Im Jahre 1879 fand ich die Krankheit auch bei Leipzig an geernteten Zwiebeln, welche, im übrigen wohlgebildet, die äußeren saftigen Schalen stellenweis von der Basis bis zum Zwiebelhals brandig zeigten. Die Beschaffenheit der Sporen stimmt fast genau mit der von Farlow gegebenen überein: sie sind 0,013—0,022 Mm. im Durchmesser, meist nur aus einer, seltener zwei großen centralen Zellen, aber sehr vielen Nebenzellen zusammengesetzt; ebenso stimmt die Eigenthümlichkeit, daß Mycelium und Sporen zwischen den Zellen der Nährpflanze sich bilden. Es wäre denkbar, daß dieser Pilz mit der vorigen Art identisch und von jenen Nährpflanzen auf die Speisezwiebel übergegangen ist.

Brand auf Gladiolus.

In den Blättern von Gladiolus ist in England von Smith[1]) ein Brand, Urocystis Gladioli *Sm.*, gefunden worden, dessen Sporenknäuel aus 3 bis 5 inneren braunen und zahlreichen äußeren Zellen bestehen.

Brand in Ranunculaceen.

4. Urocystis pompholygodes *Rabenh.* bildet ein schwarzes, durch eine Spalte hervorbrechendes Pulver in den Stengeln und Blättern verschiedener Ranunculaceen, wie Anemone, Hepatica, Helleborus, Actaea, Aconitum, Ranunculus-Arten. Die Sporenknäuel sind bis 0,040 Mm. im Durchmesser, mit ein oder zwei centralen Zellen.

Aehnlich sind Urocystis Filipendulae *Tul.* in den Stielen und Rippen der Wurzelblätter von Spiraea Filipendula, und Urocystis Violae *F. de Wldh.* in den Blättern von Viola odorata, hirta und tricolor.

VI. Sorosporium *Rud.*

Gattungscharakter.

Die Sporenknäuel sind aus sehr vielen einander gleichen Zellen zusammengesetzt; bei der erstgenannten Art bilden sie sich auf der Oberfläche der Pflanzentheile, bei den übrigen, daher vielleicht generisch abzutrennenden Arten im Inneren derselben.

Brand auf Saponaria und anderen Caryophyllaceen.

1. Sorosporium Saponariae *Rud.* in den noch geschlossenen Blütenknospen von Saponaria officinalis, wo der Pilz auf der Oberfläche aller Blütentheile mit Ausnahme der Außenseite des Kelches, also auf allen bedeckten Theilen, die Sporen in Form eines blaß röthlichbraunen Pulvers bildet. Außerdem ist er auch beobachtet worden auf verschiedenen Arten von Dianthus, Silene, Gypsophila und Lychnis. Ich fand ihn

[1]) Gardener's Chronicle 1876, pag. 420.

auf Cerastium arvense, wo er an den Spitzen der Triebe gallenartige Mißbildungen veranlaßt: die obersten Internodien sind verkürzt, die Blätter kürzer, aber verdickt und sehr verbreitert, eiförmig-dreieckig, und schließen zu einer angeschwollenen Knospe zusammen, wodurch die Blütenbildung vereitelt wird. Auf der Innenseite dieser Blätter und an den inneren Blättern auch auf der Außenseite der Blattbasis werden die Sporen gebildet (Fig. 71 A). Die Mycelfäden, welche meist intercellular wachsen,

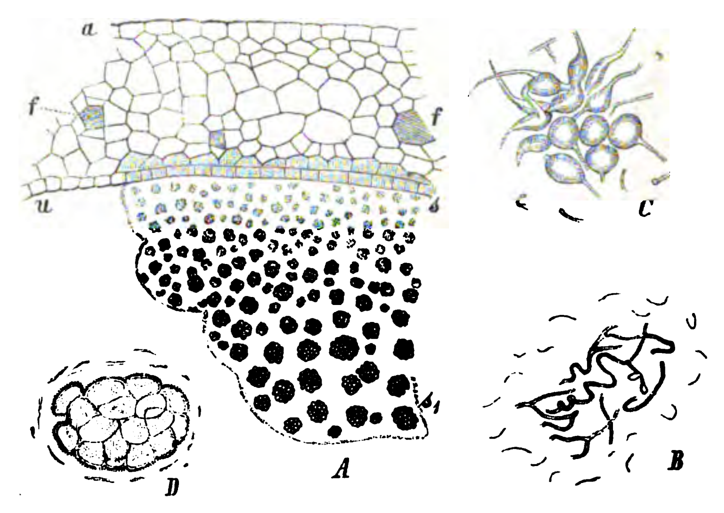


Fig. 71.

Sorosporium Saponariae *Rud.* A Stück eines Durchschnittes durch ein befallenes Blatt von Cerastium arvense, a die Außen- u die Innenseite, ff Gefäßbündel. Auf der Innenseite u ist der Pilz durch die Epidermis frei hervorgewachsen und stellt eine dicke Pilzmasse s s_1 dar, von der hier nur der eine Rand zu sehen ist. s die innerste jüngste Schicht des Sporenlagers, wo die Sporenknäuel noch in der Bildung begriffen sind; s_1 die ältere äußere Schicht, in welcher schon ausgebildete Sporenknäuel sich befinden. 100fach vergrößert. B Erster Anfang eines Sporenknäuel, indem die Fäden der Pilzmasse unter Verdickung und oft spiraligen Windungen zu einem Knäuel sich verschlingen. 500fach vergrößert. C Späterer Entwickelungszustand eines Sporenknäuel, wo die Fäden des Knäuels starke Anschwellungen bekommen. Aus dem Inhalt jeder Anschwellung entwickelt sich eine Spore. 500fach vergrößert. D Der reife Sporenknäuel, noch von den gallertartig aufgequollenen Fäden der Pilzmasse umhüllt. 500fach vergrößert.

treten vorwiegend durch die Spaltöffnungen, später auch unmittelbar durch die Epidermiszellen auf die Oberfläche, breiten sich dort aus, vermehren sich durch Verzweigung daselbst außerordentlich und verflechten sich innig zu einer sehr dicken, oft den Durchmesser des Blattes übertreffenden, farblosen, weichfleischigen Pilzmasse. In dieser beginnt die Sporenbildung an der äußeren Oberfläche und schreitet nach innen gegen die Epidermis

zu fort, so daß dort noch die ersten Sporenbildungen stattfinden, wenn an der Oberfläche schon reife Sporenknäuel vorhanden sind (Fig. 71 A, s und s_1). In dem zarten Pilzfadengeflecht erscheinen die ersten Anlagen der Sporenknäuel als 0,022 Mm. große, runde Knäuel verschlungener Fäden (Fig. 71 B), in denen die Anfänge der Sporen als helle Kerne von anfangs nur 0,001—0,002 Mm. Durchmesser sichtbar werden. Die Kerne wachsen bedeutend und jeder bildet sich zu einer Spore aus (Fig. 71 C). Aus jeder solchen Gruppe wird ein runder Sporenknäuel, der zuletzt 0,04—0,09 Mm. Durchmesser hat und aus zahlreichen, ungefähr 0,013 Mm. großen, rundlichen, durch gegenseitigen Druck abgeplatteten oder kantigen Sporen mit blaß gefärbtem, fein warzigem Episporium besteht (Fig. 71 D). Die ihn umgebende Hülle des ursprünglichen Hyphengeflechtes erweicht gallertartig und schwindet, worauf die zahlreichen Sporenknäuel staubartig sich isoliren. Das Mycelium ist nach de Bary in der Nährpflanze perennirend und erzeugt an den befallenen Stöcken den Brand alljährlich.

Auf Trientalis.

2. Sorosporium Trientalis *Woron.* bildet ein schwarzes, aus den Blättern und Blattstielen von Trientalis europaea hervorbrechendes Pulver. Die Sporenknäuel sind bis 0,076 Mm. im Durchmesser.

Auf Panicum Crus galli.

3. Sorosporium bullatum *Schröt.*, in den Früchten von Panicum Crus galli, die dadurch zu einem aus den unveränderten, weit klaffenden Blütenspelzen hervorragenden, unförmigen, dunkelgrauen, mit schwarzbraunem Pulver erfüllten Körper werden.

Auf Juncus.

4. Sorosporium Junci *Schröt.* bildet schwarze, gallenartige, harte Anschwellungen in den Fruchtknoten und Blütenstielen von Juncus bufonius.

Auf Helichrysum etc.

An den untersten Stengeltheilen von Helichrysum arenarium und Gnaphalium luteoalbum sind kürzlich bei Berlin von Ule[1]) beulenförmige harte Anschwellungen bis zu Haselnußgröße und in ihnen ein Pilz gefunden worden, der mit dem Namen Sorosporium Aschersonii *Ule* und S. Magnusii *Ule* benannt worden ist, aber noch genauerer Untersuchung bedarf.

Anhang.

Die mit den Ustilagineen nächstverwandten Parasiten.

An die Brandkrankheiten muß eine Anzahl Parasiten angeschlossen werden, welche naturgeschichtlich zwar mit den Ustilagineen am nächsten verwandt, wenn auch nicht völlig übereinstimmend sind, welche aber auf ihren Nährpflanzen unter Krankheitssymptomen auftreten, die von denen der meisten Brandkrankheiten abweichen. Uebrigens sind die folgenden

[1]) Hedwigia 1878, pag. 18—20.

Pilzgattungen auch unter einander wieder so verschieden, daß sie schon jetzt, wo die Entwickelungsgeschichte nur erst von einigen derselben bekannt ist, in verschiedene Gruppen vertheilt werden müssen.

Entyloma, zahlreiche Arten auf verschiedenen Pflanzen.

I. Entyloma *de By.* Die Pilze dieser Gattung bewohnen umschriebene Blattstellen, welche dabei krankhaft verändert werden. Das Mycelium besteht aus sehr feinen, unregelmäßig verzweigten, zwischen den Zellen der Nährpflanze wachsenden Fäden. Diese bilden nach de Bary[1]) an etwas dünneren Zweigen die Sporen, indem die Zweige kugelig oder oval anschwellen, über der Anschwellung sich weiter fortsetzen und dann denselben Proceß vielemale wiederholen können. Jede Anschwellung gliedert sich zu einer Spore ab, so daß die Sporen intercalar in den Fäden sich bilden. Im reifen Zustand sind sie um das mehrfache der ursprünglichen Größe angeschwollen, haben dickwandige, meist blaß bräunlich gefärbte Membran, und erfüllen oft die Intercellulargänge in solchen Massen, daß die Zellen zusammengedrückt werden. Die von de Bary beobachtete Keimung ist im Wesentlichen derjenigen von Tilletia gleich, der Pilz also den Ustilagineen anzuschließen. Außer dieser endophyten Sporenbildung ist aber zuerst von Schröter[1]) bei dieser Gattung auch eine Conidienbildung beobachtet worden, was bei Pilzen aus dieser Verwandtschaft sehr selten ist. Nach dem, was ich an einer Entyloma-Form auf Pulmonaria gesehen, wachsen zuerst aus den Spaltöffnungen der Unterseite Büschel von Fäden heraus, die sich auf der Epidermis ausbreiten; dann dringen auch zwischen den Epidermiszellen Fäden hervor, endlich ist die Oberhaut bedeckt von einer dem Auge weiß erscheinenden dicken Lage feiner Fäden, an denen spindelförmige Conidien kettenförmig sich abgliedern.

Entyloma Ungerianum *de By.* (Protomyces microsporus *Ung.*) mit unebener Sporenoberfläche, lebt in den Blättern und Blattstielen von Ranunculus repens und verursacht bleiche, buckel- oder schwielenförmige Auftreibungen, in deren Zellen das Chlorophyll verschwindet, und welche, noch ehe das Blatt seine normale Lebensdauer vollendet hat, eintrocknen, braun und bröckelig werden. De Bary (l. c.) hat gesunde Blätter durch keimende Sporen inficirt, die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen eindringen und darnach die Krankheit an den inficirten Blattstellen eintreten sehen. — E. Eryngii *de By.* (Physoderma Eryngii *Corda*, auf Eryngium, zeigt in allen Stücken die größte Aehnlichkeit mit vorigem.[3]) — E. Calendulae *de By.*, mit glatten Sporen, bringt auf den Blättern von Calendula officinalis nicht angeschwollene, unregelmäßig zerstreute, meist runde Flecken hervor, welche undurchsichtig, erst bleich, dann braun sind, zuletzt trocken werden und zerbröckeln. De Bary hat auch mit diesem Pilz erfolgreiche Infectionen gemacht. — E. Corydalis *de By.*

[1]) Bot. Zeitg. 1874, Nr. 6 u. 7; Taf. II.

[2]) Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. II. 1877. pag. 349 ff.

[3]) De Bary, Beitr. z. Morphol. d. Pilze I. Frankfurt 1864, pag. 22. Taf. II., Fig. 11.

mit dem auf Calendula fast in allen Stücken übereinstimmend. — E. canescens *Schröt.* mit glatten Sporen und meist mit weißen Conidienrasen, auf braunen Blattflecken von Myosotis von Schröter (l. c.) gefunden; damit vielleicht identisch ein von Demselben auf Symphytum beobachteter Pilz, sowie ein von mir auf Pulmonaria officinalis gefundener, der die Blätter in großen, braunen, bröckelig zerfallenden, nicht angeschwollenen Flecken verdirbt. — E. Ranunculi *Schröt.* auf Ranunculus Ficaria, auricomus, sceleratus, acer, bulbosus, durch glatte Sporen und kleine, nicht geschwollene Flecken mit Conidienrasen von E. Ungerianum verschieden. — Auch auf anderen Nährpflanzen hat man einige Formen gefunden.[1]) Ob die jetzt benannten alle selbständige Arten sind, ist keineswegs entschieden. Uebrigens sind auch die pathologischen Effecte keine constanten Charaktere: manche von E. Ungerianum bewirkte Blattflecken sind kaum verdickt, und die in den Blattflächen nicht geschwollene Flecken bildenden Arten bringen an den Blattstielen oft deutliche Verdickungen hervor.

Melanotaenium.

II. Melanotaenium *de By.* Von dieser hinsichtlich der Sporenkeimung noch unbekannten Gattung ist nur die eine Species M. endogenum *de By.* (Protomyces endogenus *Ung.*) auf Galium Mollugo, und zwar zuerst durch Unger[2]) bekannt geworden. Hier hat die Pilzbildung ein ganz fremdartiges Aussehen der Pflanze zur Folge: der Stengel ist verkürzt, hat verdickte Internodien und angeschwollene Knoten, bildet kurze, dicke, bleiche Blätter und bleibt unfruchbar. Die Knoten, die Streifen der Internodien und die Blattrippen haben bläulichschwarze Farbe; in diesen werden die zahlreichen Sporen gebildet, und zwar an einem zwischen den Zellen wachsenden fädigen Mycelium, intercalar in den Fäden.

Physoderma.

III. Physoderma *Wallr.* Eine Gruppe von Schmarotzerpilzen, welche auf Blättern punktförmig kleine, bräunliche, angeschwollene Wärzchen bilden, die oft zahlreich in Gruppen vereinigt stehen. In diesen Punkten befindet sich ein reichliches, sehr feinfädiges, ästiges Mycelium innerhalb der Zellen.[3]) Es zerfällt durch Anschwellung und Zergliederung der Fäden in blaßbraune Sporen, welche in dicht gehäuften Massen im Gewebe liegen. Die Keimung ist unbekannt. Physoderma maculare *Wallr.* in Blättern von Alisma Plantago, Ph. Menyanthis *de By.*, in denen von Menyanthes trifoliata, Ph. Heleocharidis *Fuckel* in Blättern von Heleocharis palustris.

Protomyces auf Umbelliferen.

IV. Protomyces *Ung.* In diese Gattung gehört ein Schmarotzer, P. macrosporus *Ung.* (Physoderma gibbosum *Wallr.*), welcher auf

---

[1]) Vergl. Schröter l. c. und Fischer v. Waldheim, Bull. de la soc. des sc. nat. de Moscou 1877. No. 2, und Ann. des sc. nat. 6. sér. T. IV. pag. 190 ff.

[2]) Exantheme der Pflanzen, pag. 341. — De Bary Beitr. zur Morphol. der Pilze, I. Frankfurt 1864. pag. 19. Taf., II. Fig. 8—10.

[3]) De Bary, Beitr. zur Morphol. der Pilze, I. pag. 25 u. 29, Taf. II. Fig. 1—7 u. 13.

mehreren Umbelliferen, am häufigsten auf Aegopodium Podagraria vorkommt, von de Bary auch auf Heracleum Sphondylium und Meum athamanticum, von Nießl auf Carum Carvi gefunden worden ist. Er bringt an den Blattstielen und Blattrippen, sowie an den Stengeln, selbst bis in die Dolden, ziemlich große, schwielenförmige Geschwülste (Fig. 72 A)

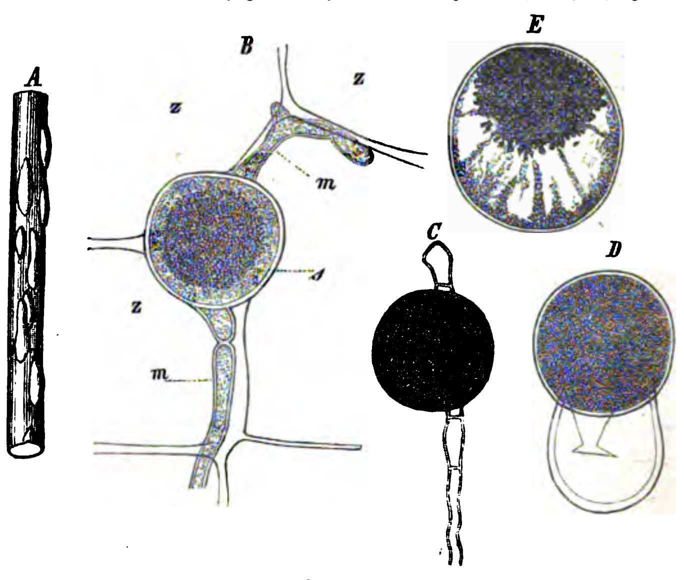


Fig. 72.

Protomyces macrosporus. A Stück eines Blattstieles von Aegopodium Podagraria, mit Geschwülsten, 2 mal vergrößert. B Partie eines Durchschnittes durch eine Geschwulst; zzz Parenchymzellen, mm ein zwischen denselben wachsender Mycelfaden mit einer Spore s. C Ein Stück Mycelfaden mit einer reifen Spore. D Spore keimend, die Außenhaut abstreifend. E Sporidienbildung. B—E 390 mal vergrößert, nach de Bary.

hervor, die oft so zahlreich sind, daß die Theile ganz damit bedeckt und bisweilen sogar verkrüppelt und in ihrer Entwickelung gehindert erscheinen. Die Verdickungen bilden sich schon während des Wachsthumes der Theile und sind anfangs von bleicher Farbe; später werden sie bräunlich und trockener. In denselben wächst das Mycelium des Pilzes zwischen den Parenchymzellen in Form septirter und verzweigter Fäden, welche die Sporen intercalar durch kugelige Anschwellung einzelner Gliederzellen bilden (Fig. 72 B). Die reifen Sporen sind etwa $^1/_{20}$ Mm. große Kugeln, mit dicker, farbloser, glatter, geschichteter Membran und protoplasmareichem Inhalt (Fig. 72 C). Sie finden sich reichlich in den Geschwülsten. De Bary[1]) hat die Keimung beobachtet, bei welcher der Pilz sich wesentlich

[1]) Beitr. z. Morphol. d. Pilze, I. pag. 14.

anders als die Ustilagineen verhält: die überwinterte Spore (richtiger Sporangium zu nennen) schwillt an, streift ihre Außenhaut ab (Fig. 72 D) worauf durch freie Zellbildung im Innern der Zelle zahllose, 1/450 Mm. kleine, längliche Sporidien aus dem Protoplasma entstehen, die an einer Seite der Mutterzelle zusammenrücken (Fig. 72 E), dann durch Platzen der letzteren herausgeschleudert werden. Darauf copuliren die Sporidien paarweis mit einander. De Bary übertrug den Pilz mit Erfolg durch Sporenaussaat auf geeignete Nährpflanzen. — Einen diesem Pilze sehr ähnlichen Protomyces pachydermus *Thm.* hat v. Thümen[1]) in ebensolchen schwielenförmigen Anschwellungen in den Blütenschäften und Blättern von Taraxacum officinale gefunden.

Fünftes Kapitel.

Rostpilze (Uredineen) als Ursache der Rostkrankheiten.

Begriff, Symptome und Vorkommen der Rostkrankheiten.

Mit dem Namen Rost wird seit dem Alterthume eine bis heutigen Tages als Calamität bekannte Krankheit des Getreides bezeichnet, welche durch einen Parasit aus der Ordnung der Rostpilze (Uredineen) verursacht wird. Gegenwärtig ist aber eine sehr große Anzahl von Rostpilzen bekannt, welche verschiedene Pflanzenarten bewohnen, an denen sie ähnliche Krankheiten wie jene hervorbringen. Man kann daher jetzt die Bezeichnung Rost im weiteren Sinne auf alle diejenigen Pflanzenkrankheiten ausdehnen, welche von Uredineen verursacht werden. Wir kennen Rostkrankheiten nur an Gefäßkryptogamen und Phanerogamen. Alle stimmen überein in gewissen Symptomen, die zugleich die wesentlichen Charaktere der Uredineen sind: Die Rostpilze sind endophyte Parasiten, welche verschiedene oberirdische Pflanzentheile, vorwiegend Stengel und Laubblätter bewohnen und Erkrankungen an denselben hervorbringen. Sie haben ein nach gewöhnlichem Typus entwickeltes Mycelium, welches aus septirten und verzweigten Fäden besteht, die zwischen den Zellen der Nährpflanze wachsen und bald den ganzen oberirdischen Pflanzenkörper, bald nur gewisse Theile desselben durchziehen. Die Fruchtkörper sind meist kleine, flache Ausbreitungen von bestimmter oder unbestimmter Form, welche sich nahe der Oberfläche des Pflanzentheiles, unmittelbar unter der Epidermis oder in derselben befinden. Sie werden gebildet von einer dünnen Lage durcheinander geschlungener Hyphen, welche aus den hier zahlreich zusammentreffenden Mycelfäden entspringen. An der auswärts gekehrten Seite dieses Theiles werden die dicht neben einander stehenden Sporen abgeschnürt, je eine

1) Hedwigia 1874, Nr. 7.

Spore oder eine Sporenkette auf einer längeren oder kürzeren, fadenförmigen Basidie, die aus den Hyphen des Fruchtkörpers entspringt. Entweder zerreißt die Epidermis über der Schicht der gebildeten Sporen, so daß diese frei hervortreten, oder dieselben bleiben von der Epidermis bedeckt, beziehendlich in derselben eingeschlossen, und stellen dann ein dem Pflanzentheil dauernd aufsitzendes krustenförmiges Lager dar. Die Sporen haben gelbe, orange, rostrothe, braune oder schwarze Farbe. Diese aus der Pflanze etwa wie ein Ausschlag hervorbrechenden, meist kleinen, aber zahlreichen, farbigen Sporenhäufchen sind das charakteristischste allgemeine Symptom der Rostkrankheiten. Die meisten Rostpilze haben mehrere Arten von Sporen, welche in regelmäßiger Aufeinanderfolge gebildet werden und einen Generationswechsel des Pilzes bedingen. Diese Verhältnisse sind für die genaue und vollständige Kenntniß der Rostkrankheiten von hervorragender Wichtigkeit.

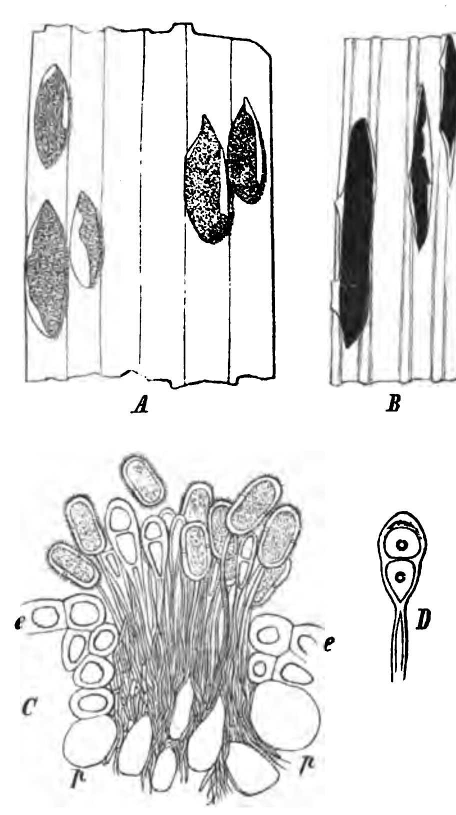


Fig 73.

Der gemeine Getreiderost (Puccinia graminis *Pers.*) A Ein Stückchen Roggenblatt mit mehreren hervorbrechenden rothen Häufchen von Uredosporen. Schwach vergrößert. B Ein Stückchen Roggenblattscheide mit mehreren hervorbrechenden schwarzen Teleutosporenhäufchen. Schwach vergrößert. C Durchschnitt durch ein Sporenhäufchen, zeigt die Abschnürung der Uredosporen. In der Mitte sind bereits einige junge Teleutosporen zu sehen, welche später allein das Häufchen bilden. ee Epidermis; pp Parenchymzellen, zwischen denen die Fäden des Pilzmyceliums, welche gegen das Sporenlager hin laufen. 200 fach vergrößert. D Eine Teleutospore aus den reifen Häufchen in B. 300 fach vergrößert.

Generationswechsel der Rostpilze.

In seiner vollständigen Form zeigt sich dieser Generationswechsel in folgender Weise. 1. Uredosporen oder Stylosporen, für viele Fälle auch passend als Som-

mersporen zu bezeichnen, einzellige, vorwiegend kugelige, meist mit feinstacheligem Episporium versehene, rothgelbe, rostrothe bis braune Sporen, welche auf jeder Basidie einzeln, seltener kettenförmig, abgeschnürt werden und sich alsbald von derselben trennen (Fig. 73 C), daher in Form staubiger Häufchen nach außen hervorbrechen. Diese Entwickelungszustände wurden früher für selbständige Pilze gehalten und führten den Gattungsnamen Uredo *Pers.* Die Uredosporen sind sogleich nach ihrer Reife keimfähig. Sie besitzen mehrere große Keimporen, aus denen ein oder zwei ziemlich lange, hin und her gekrümmte Keimschläuche getrieben werden (Fig. 74 D). Soweit bis jetzt bekannt, dringen diese, wenn sie auf einer geeigneten Nährpflanze sich befinden und hier auf eine Spaltöffnung gelangen, durch dieselbe in den Pflanzentheil ein und entwickeln sich darin zu einem neuen Mycelium, welches bald wieder dieselben Lager von Uredosporen hervorbringt. So werden Pilz und Krankheit durch diese Sporen schon in demselben Sommer fortgepflanzt, und dies kann sich mehrere Generationen hindurch wiederholen. Daher wird durch die Uredosporen, weil sie sich in geometrischer Progression vermehren, die massenhafte Verbreitung des Rostes während des Sommers bewirkt. Nachdem die Uredosporen zur Reife gebracht und größtentheils abgestoßen sind, bringt dasselbe Mycelium 2. Teleutosporen oder Wintersporen hervor, bald auf denselben Fruchtkörpern, welche bis dahin Stylosporen abgeschnürt hatten, bald auf besonderen Fruchtkörpern. Diese sind in Form und Beschaffenheit wesentlich von den Uredosporen verschieden (Fig. 73 D) und wurden früher ebenfalls für selbständige Pilze gehalten und mit Gattungsnamen belegt, welche man gegenwärtig zur Bezeichnung der Rostpilze beibehalten hat. Mit der Bildung dieser Sporen erreicht der Schmarotzer auf der Nährpflanze den Abschluß seiner Entwickelung. Die Teleutosporen erscheinen daher gewöhnlich auf den durch den Parasiten zum Absterben gebrachten Pflanzentheilen oder kurz vor deren Absterben und da sie meist im festen Zusammenhange mit dem Gewebe des Wirthes bleiben, so erhalten sie sich während des Winters auf diesen dann

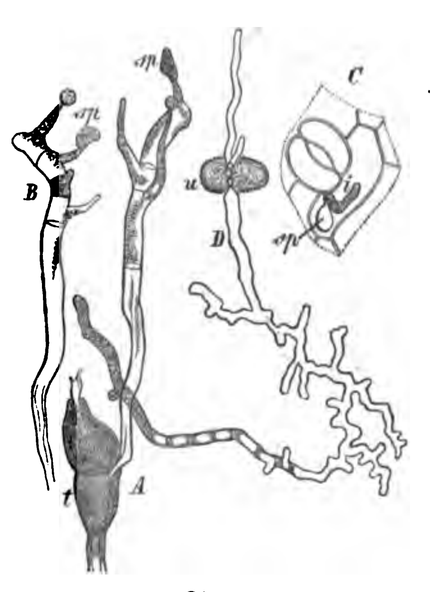


Fig. 74.

Puccinia graminis *Pers.* A und B Keimung einer Teleutospore t mit Bildung des Promyceliums, welches bei sp Sporidien abschnürt. C Keimung eines Sporidiums sp auf dem Blatte von Berberis (Stück abgezogene Epidermis mit einer Spaltöffnung), i das durch die Epidermiszelle eingedrungene Stück des Keimschlauches. D Keimung einer Uredospore u mit zwei langen verzweigten Keimschläuchen. Nach de Bary.

meist am Boden liegenden Pflanzenresten. Gewöhnlich erreichen sie auch erst im nächstfolgenden Frühjahr ihre Keimfähigkeit. Sie keimen dann da, wo die vorjährigen Reste, auf denen sie sitzen, zufällig liegen. Das Product ihrer Keimung ist 3. das Promycelium mit den Sporidien: ein ziemlich kurz bleibender, meist gegen die Spitze zu durch Scheidewände in einige Gliederzellen getheilter Keimschlauch. Diese Glieder treiben einen kurzen, seitlichen Zweig, der an seiner Spitze eine sporenartige Zelle, Sporidie, abschnürt (Fig. 74 AB). Die Sporidien sind dazu bestimmt, die Entwickelung

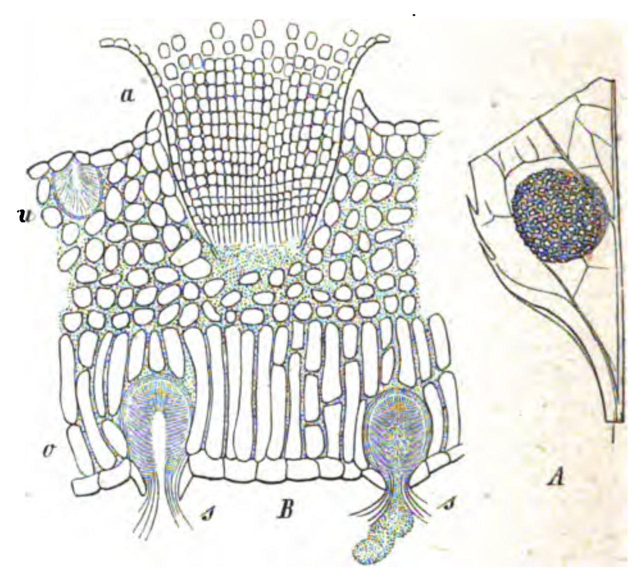


Fig 75.

Das Aecidium der Berberize. A Stück einer Blattunterseite mit einem Polster, auf welchem zahlreiche Becherchen sitzen, wenig vergrößert. B vergrößerter Durchschnitt durch ein solches Polster und durch einen hervorgebrochenen Aecidium-Becher a mit den zahlreichen in Reihen abgeschnürten Sporen und zwei Spermogonien ss, deren eins seine Spermatien als eine Schleimmasse ausstößt; o die Oberseite, u die Unterseite des Blattes. Zwischen den Zellen des sehr stark entwickelten Parenchyms des Polsters ist das Mycelium überall verbreitet.

fortzusetzen. Bedingung dazu ist, daß sie von ihren Erzeugungsstätten aus wieder auf eine geeignete Nährpflanze gelangen und dort keimen. Ihr Keimschlauch dringt durch die Epidermiszellen in's innere Gewebe ein, um 4. das Aecidium zu erzeugen. Es entwickelt sich nämlich der eingedrungene Keimschlauch zu einem neuen parasitischen Mycelium, an welchem eine dritte, von den Uredo- und Teleutosporenhäufchen wesentlich verschiedene Fruchtform auftritt. Sie ist charakterisirt durch kettenförmig sich abschnürende, orangegelbe, einzellige, rundlich-polyedrische Sporen in kleinen, runden Häufchen, die meist von einer becher- bis flaschenförmigen Hülle umgeben sind (vergl.

Fig. 75). Die älteren Mykologen haben auch diesen Entwickelungszustand für einen besonderen Pilz gehalten; Gattungsnamen wie Aecidium, Roestelia, Peridermium, Caeoma beziehen sich auf diese Bildungen. Ihnen allen ist es gemeinsam, daß in ihrer Begleitung eine andere Art fruchtähnlicher Organe, Spermogonien, auftritt, welche zahlreiche sehr kleine, nicht keimfähige, sporenähnliche Zellchen, Spermatien, erzeugen (Fig. 75 B ss). Für die Fortsetzung der Entwickelung kommen allein die Aecidiumsporen in Betracht. Wenn diese wieder auf eine geeignete Nährpflanze fallen, so können sie dort sogleich keimen, und ihr Keimschlauch kann in diese eindringen. Hieraus entwickelt sich nun wieder die erste Generation, von der wir ausgingen, nämlich das Uredo-bildende Mycelium, und damit ist der Entwickelungskreis des Pilzes geschlossen. Bei mehreren Rostpilzen besteht das eigenthümliche Verhältniß, daß die Aecidiumgeneration auf einer specifisch ganz anderen Nährpflanze schmarotzt als der Uredo- und Teleutosporen tragende Entwickelungszustand, mit anderen Worten: die Sporidien finden die Bedingungen für ihre weitere Entwickelung nur, wenn sie zufällig auf jene andere Nährpflanze gelangt sind, und umgekehrt die hier gebildeten Aecidiumsporen die ihrige nur dann, wenn sie die erste Nährspecies wieder erreichen. Solche Rostpilze, mit deren Generationswechsel auch ein Wechsel des Wirthes verbunden ist, nennt de Bary heteröcische. Bei anderen Uredineen wird der Wirth nicht gewechselt, das Aecidium entwickelt sich auf derselben Nährspecies wie die übrigen Generationen; diese werden autöcische Parasiten genannt.

Uredineen ohne oder mit unvollständigem Generationswechsel.

Das hier skizzirte Schema der Entwickelung kommt aber in dieser Vollständigkeit nicht allen Uredineen zu. Von manchen weiß man, daß ihnen eine oder zwei dieser Generationen fehlen. So haben manche kein Aecidium, wenigstens hat man ihre Entwickelung bis zum Ausgangspunkte verfolgen können, ohne Zwischentreten eines solchen; die Sporidien erzeugen gleich wieder den Uredo- und Teleutosporen bildenden Parasiten. Bei anderen gehen den Teleutosporen keine Uredosporen vorher, aber das Aecidium ist vorhanden, und der Pilz kann dabei auch wieder heteröcisch sein (z. B. Gymnosporangium). Endlich giebt es auch sichere Fälle, wo die Entwickelung auf die Teleutosporen beschränkt ist, die Sporidien immer wieder sogleich denselben teleutosporentragenden Zustand erzeugen, und wo diese Sporen auch den ausschließlichen Charakter von Wintersporen verlieren, indem sie sogleich nach der Reife keimfähig sind und zur Reproduction und progressiven Vermehrung des Pilzes und somit zur Verbreitung der Krankheit in derselben Vegetationsperiode dienen (z. B. Puccinia Malvacearum). Von vielen Uredineen aber ist der Entwickelungsgang noch nicht aufgeklärt; man kennt diese oder jene Fruchtform, ohne zu wissen, ob eine andere mit ihr im Generationswechsel steht. So ist namentlich mit Rücksicht auf das Verhältniß der Heteröcie für viele Rostpilze noch nicht ermittelt, ob sie ein Aecidium besitzen, wie es umgekehrt viele Aecidien giebt, von denen die zugehörigen anderen Entwickelungszustände nicht bekannt sind.

Perennirende Uredineen.

Um sich über die Lebensweise der Uredineen vollständig klar zu werden, muß man auch auf die Dauer der einzelnen Entwickelungsstadien derselben Rücksicht nehmen. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich bei den von Rostpilzen befallenen Organen um Pflanzentheile von der Dauer einer einzigen Vegetationsperiode; das Mycelium hat dann eine entsprechend kurze Lebensdauer, und der Pilz reproducirt sich alljährlich von neuem allein aus Sporen. Aber es sind auch einige Uredineen mit perennirendem Mycelium bekannt; letzteres, in Pflanzentheilen von unbegrenzter Dauer angesiedelt, kann in

diesen viele Jahre bestehen bleiben und alljährlich die ihm eigene Fruchtform zur Entwickelung bringen.

Wirkungen der Rostpilze.

Die pathologischen Effecte, welche durch Rostpilze hervorgerufen werden, sind zweierlei Art. Die Zellen, mit denen die Hyphen des Myceliums in Berührung gekommen sind, zeigen entweder alle oben (pag. 367) als Auszehrung charakterisirten Symptome. Der Pflanzentheil erleidet dann in der vom Mycelium befallenen Ausdehnung Veränderung der grünen Farbe in Gelb und vorzeitiges Verwelken und Absterben. Die durch die hervorbrechenden Sporenhäufchen verursachten zahlreichen Verletzungen der Epidermis beschleunigen die schädliche Wirkung, die auch gerade an diesen Stellen wol wegen der relativ starken Entwickelung des Myceliums um die Sporenhäufchen am zeitigsten und stärksten einzutreten pflegt. Uebrigens bringt das Mycelium diese Wirkungen je nach den Arten der Rostpilze bald schneller bald langsamer und in verschieden intensivem Grade hervor. Die andere Art der Einwirkung ist eine Hypertrophie, eine Gallenbildung: die Zellen des befallenen Gewebes wachsen stärker und vermehren sich durch Theilung oft in sehr hohem Grade, erfüllen sich dabei wol auch noch überdies ungewöhnlich reich mit Stärkekörnern, die neues Material zu weiterem Wachsthum liefern. Der Pflanzentheil gewinnt unter diesem Proceß eine abnorme Gestalt, die je nach den einzelnen Fällen von großer Mannigfaltigkeit sein kann: bald ist nur ein einzelnes Organ oder ein Theil eines solchen zu einer mehr oder minder ausgeprägten Mißbildung von unbestimmter, wechselnder Form und Größe geworden, bald handelt es sich um einen Sproß, der in seiner Totalität eine regelmäßige, bestimmt charakterisirte Formwandlung erleidet, durch die er einen völlig fremdartigen Habitus annehmen kann. Der Pilz reift seine Sporen zu der Zeit, wo die von ihm hervorgerufene Deformation den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht hat und in voller Lebensthätigkeit sich befindet. Wenn aber dann der Parasit zu leben aufhört, so stirbt mit ihm auch der ihn bergende Theil der Nährpflanze, mögen dies nur begrenzte hypertrophische Stellen eines Blattes, mag es ein Blütenstand oder eine Frucht, mag es ein ganzer Sproß sein 2c. Also sind auch in diesem Falle die vom Schmarotzer bewohnten Organe dem Dienste ihrer Pflanze entzogen, sie verderben vorzeitig ohne ihre normalen Functionen verrichtet zu haben; und der ungewöhnlich große Verbrauch organischen Materiales, welcher zur Bildung dieser Hypertrophien erforderlich ist, ist ein um so größerer Verlust für die Pflanze.

Einfluß äußerer Umstände.

Die Entwickelung der Rostpilze, insbesondere die Keimung der Sporen und das Eindringen der Keime in die Nährpflanze, wird durch reichliche und ständige Feuchtigkeit der Umgebung im hohen Grade begünstigt, weshalb

das Auftreten und Umsichgreifen der Rostkrankheiten unter sonst gleichen Umständen durch Feuchtigkeit mächtig gefördert wird. Die Häufigkeit dieser Krankheiten in nassen Sommern, an feuchten Orten, wo wegen des Wasserreichthums des Bodens oder wegen eingeschlossener Lage zwischen Wald oder in Thälern der Gebirge ɪc. Gelegenheit zu steter Nebel- und Thaubildung gegeben ist, bestätigt das Gesagte.

Verhütung der Rostkrankheiten.

Die Maßregeln zur Verhütung der Rostkrankheiten müssen begründet werden auf die im Vorstehenden berührten Momente. Im Allgemeinen also möglichste Beseitigung der Sporen, besonders der Teleutosporen, also der Pflanzentheile, auf welchen diese sich gebildet haben, sowie Fernhaltung derjenigen Nährpflanze, auf welcher sich bei Heteröcie die eine Generation entwickeln muß; endlich in der Behandlung des Bodens, in der Auswahl der Lage, in der Methode der Cultur Ergreifung aller derjenigen Maßregeln, welche ein Uebermaaß von Feuchtigkeit in und über dem Boden soweit als möglich und zulässig ist, verhüten. Die näheren Vorschriften haben sich selbstverständlich nach den besonderen Verhältnissen, die bei den einzelnen Rostkrankheiten in Betracht kommen, zu richten.

Historisches.

Der Rost des Getreides war schon im Alterthum bekannt, den Griechen unter dem Namen ἐρυσίβη, den Römern als rubigo oder robigo. Die letzteren verehrten eine besondere Gottheit, Robigo oder Robigus, welche sie durch Opfer und Feste, die sogenannten Robigalien, welche jährlich am 25. April gefeiert wurden, zur Abwendung der Krankheit geneigt zu machen suchten. Von der Natur des Rostes wußte man bis in den Anfang unseres Jahrhunderts nichts. Man hielt ihn für eine krankhafte Bildung der Pflanze, hervorgerufen durch ungünstige äußere, besonders Witterungs-Einflüsse. Persoon[1]) zählte diese Bildungen zum ersten Male 1801 unter den Pilzen auf. Damals herrschte aber unter den Botanikern die Meinung, daß diese Pilze nicht fortpflanzungsfähig seien, vielmehr durch spontane Zeugung aus den schon krankhaft veränderten Theilen der Nährpflanze sich bildeten. Unger[2]), sowie nach ihm noch Meyen[3]), behaupten, daß die Bildung der Sporen der Uredineen aus einer schleimigen Substanz geschehe, welche auf der äußeren Oberfläche der erkrankten Zellen abgeschieden werde und die Intercellulargänge erfülle; sie haben offenbar das Mycelium gesehen, aber nicht richtig erkannt. Erst Tulasne[4]) hat die Verhältnisse dieser Parasiten genauer ermittelt von vielen Gattungen die Zusammengehörigkeit von Uredo- und Teleutosporen nachgewiesen und die Keimfähigkeit und Art der Keimung der Sporen kennen gelehrt. Der vollständige Entwickelungsgang der Uredineen ist zuerst durch de Bary[5]) an der

---

[1]) Synopsis methodica fungorum. Göttingen 1801. pag. 225.

[2]) Die Exantheme ɪc. 1833.

[3]) Pflanzenpathologie. 1841. pag. 131.

[4]) Mém sur les Ustilaginées et les Urédinées. Ann. sc. nat. 3. sér T. VII. und 4. sér. T. II.

[5]) Neue Untersuchungen über Uredineen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1865. — Vergl. auch Dessen Morphologie u. Physiologie der Pilze ɪc. Leipzig 1866. pag. 184 ff.

wirthwechselnden Puccinia graminis des Getreides und ihrem Aecidium auf der Berberize im Wege des Experimentes, durch erfolgreiche Uebertragung der Sporen von einer Nährpflanze zur andern aufgeklärt worden, wodurch die wissenschaftliche Bestätigung und Erklärung geliefert wurde für die vielfach, besonders in England gemachte Erfahrung, daß da, wo Berberizensträucher in der Nähe von Getreidefeldern häufig sind, das Getreide stark von Rost zu leiden hat, was man mit dem Rostpilze auf den Blättern dieses Strauches in Zusammenhang gebracht hatte.[1]) Außerdem hat de Bary[2]) noch an anderen getreidebewohnenden Uredineen eine analoge Heteröcie, an anderen Rostpilzen hingegen einen autöcischen Entwickelungsgang mit Aecidium nachgewiesen. In der Folge sind die Parasiten nach mancher anderen Rostkrankheit entwicklungsgeschichtlich untersucht worden, und gerade in der jüngsten Zeit haben sich die Angaben besonders über experimentell geführte Nachweise der Zusammengehörigkeit von Uredineen mit heteröcischen Aecidien gehäuft; es scheint hiernach, daß im Allgemeinen die zusammengehörigen Formen Nährpflanzen bewohnen, die beide an gleichen Stellen beisammen wachsen. Weiteres hierüber ist in den folgenden Abschnitten bei den einzelnen Krankheiten zu finden.

I. Puccinia *Pers.*

Gattungsmerkmale.

Diese Gattung ist charakterisirt durch zweizellige, gestielte Teleutosporen, welche sich unterhalb der Epidermis entwickeln (Fig. 73). Die Stiele stellen die mit den Sporen abgehenden Basidien dar und sind farblos, die Spore ist durch eine Querscheidewand in eine obere und eine untere Zelle getheilt; beide Sporenzellen haben ein braunes, meist glattes Episporium.[3]) Die Teleutosporenlager erscheinen daher als schwarze oder braune Häufchen oder Krusten. Bei der Keimung wird das Promycelium aus den oberen Theilen der Sporenzellen getrieben. In der Form des Generationswechsels verhalten sich die zahlreichen Arten dieser Gattung sehr verschiedenartig.

A. Roste der Gramineen und Cyperaceen. Heteröcische Puccinien.

Getreiderost durch Puccinia graminis.

1. Der gemeine Gras- oder Getreiderost, Puccinia graminis *Pers.*, der gewöhnlichste Rost an unserem Getreide, nämlich am Roggen, Weizen, Gerste, und Hafer, außerdem an zahlreichen Gräsern, besonders häufig an Triticum repens, Lolium perenne, Dactylis glomerata, Agrostis vulgaris. Dieser Rost scheint die Gramineen über die ganze Erde zu begleiten: so ist er auch

[1]) Vergl. Meyen, Pflanzenpathologie, pag. 133—135.

[2]) Neue Untersuchungen über Uredineen. Zweite Mittheilung. Monatsber. d. Berl. Akad. 19. April 1866. — Recherches sur les champignons parasites. Ann. sc. nat. 4. sér. T. XX.

[3]) Es giebt Puccinia-Arten, besonders gräserbewohnende, bei denen manche Sporen ohne Querwand, daher einzellig sind (Fig. 76) und hiernach zu Uromyces (pag. 468) gehören müßten. Fuckel hatte für einige solche Arten die Gattung Puccinella aufgestellt. Bei manchen Arten wird dieses Verhältniß geradezu Regel, diese sind natürlich zu Uromyces zu rechnen, wie Uromyces Dactylis obgleich sonst alle gräserbewohnenden Roste zu Puccinia gehören. Man sieht hieraus, daß eine natürliche Grenze zwischen beiden Gattungen nicht besteht.

in Nordamerika an Gräsern wie an Cerealien, desgleichen am Kap der guten Hoffnung gefunden worden. In unseren Gebirgen geht er mit dem Getreide bis an dessen obere Grenze. Der Parasit siedelt sich in allen grünen Theilen seiner Nährpflanze an, am reichlichsten an den Blattflächen und Scheiden. Zuerst erscheinen die Häufchen der Uredosporen: meist in großer Zahl über die Oberseite, bisweilen auch über die Unterseite des Blattes zerstreute, längliche bis strichförmige, den Nerven parallele, rostrothe, staubige Häufchen, welche durch die Epidermis hervorbrechen (Fig. 73). Rings um diese Häufchen bildet sich in der Blattsubstanz ein schmaler, gelber oder mißfarbiger Hof, der das Absterben des Gewebes an dieser Stelle anzeigt. Oder das umgebende Gewebe erhält sich auch wohl lange grün, und nur die von den Sporenhäufchen eingenommenen Stellen selbst haben erkranktes Gewebe. Nicht selten sind alle Blätter befallen. Ist dies schon in einer frühen Entwickelungsperiode der Fall, wo die Pflanze der Thätigkeit der Blätter noch bedarf, so ist eine kümmerliche Entwickelung der Aehre und mangelhafte oder selbst ganz unterdrückte Bildung der Körner die Folge. Aber der Pilz selbst kann sich auf die oberen Theile des Halmes und selbst bis in den Blütenstand, besonders auf die Spelzen verbreiten und dann bringt er auch hier dieselben Krankheitseffecte wie an den Blättern hervor und trägt noch viel mehr zu einem Mißrathen der Körner bei. Es hängt somit von der Entwickelungsperiode der Pflanze ab, in welcher der Parasit in sie gelangt, ob eine erhebliche Schädigung in der Körnerproduction stattfindet oder nicht. Die Uredosporen haben länglich runde oder elliptische Gestalt, sind ungefähr 0,036 Mm. lang, 0,018 Mm. breit; die Keimporen befinden sich auf der Mitte der längeren Seiten. Der Uredozustand dieses Rostes führte früher den Namen Uredo linearis *Pers.* Die leichte Ausbreitung des Pilzes und der Krankheit durch diese Sporen von Pflanze zu Pflanze, von Acker zu Acker begreift sich aus der Leichtigkeit, mit welcher diese Sporen durch den Wind und durch Insekten verbreitet werden können, aus der ungeheuren Anzahl, in der sie gebildet werden (in dem Sporenhäufchen gehen auf die Länge eines Millimeters ungefähr 50 in einer Reihe nebeneinanderstehender Sporen) und aus der schnellen Keimung. In Wassertropfen erfolgt letztere schon in wenigen Stunden; ein starker Thau, ein schwacher Regen genügt dazu. Späterhin, wenn die Sporenbildung in den Uredohäufchen nachläßt, brechen die schwarzen, strichförmigen Häufchen der Teleutosporen durch die Epidermis hervor; manche bilden sich an derselben Stelle, wo ein Uredoräschen stand, so daß nach dem Verschwinden der rothen Sporen, an derselben Stelle die Teleutosporen erscheinen. Beim Getreide stehen die meisten schwarzen Sporenhäufchen auf den untersten Blattscheiden und Halmgliedern, so daß nach der Ernte die Mehrzahl derselben auf der Stoppel zurückbleibt. Bei niedrigeren Gräsern, deren dürre Halme über Winter stehen bleiben, sind sie gleichmäßiger, selbst bis in die Aehre verbreitet (z. B. bei Triticum repens). Die Teleutosporen sind von ungefähr verkehrt eiförmiger Gestalt, mit ziemlich regelmäßig rund gewölbtem Scheitel und einem Stiel ungefähr von der Länge der Spore (Fig. 73). Das zum gemeinen Getreiderost gehörige Aecidium ist nach den oben citirten Untersuchungen de Bary's das Aecidium Berberidis *Pers.* auf der Berberize oder dem Sauerdorn, auf dessen Blättern und jungen Früchten es durch die von den Teleutosporen erzeugten Sporidien im Frühling hervorgerufen wird. Die zahlreichen, kleinen, orangegelben Becherchen sitzen an der Blattunterseite in Gruppen auf polsterartig verdickten, gelben Stellen (Fig. 75 A), die an der oberen Blattseite durch eine Röthung des Gewebes bezeichnet sind. In

diesen Polstern ist das Mesophyll der unteren Blatthälfte stark hypertrophisch, aus vielen, ungefähr runden, mit Stärkekörnern ungewöhnlich reich erfüllten Zellen gebildet, zwischen denen zahlreich die Mycelhyphen verbreitet sind. Die Becherchen entstehen in diesem Gewebe endogen und brechen durch die Epidermis hervor; sie sind gebildet aus einer einschichtigen, zelligen Hülle und erfüllt mit orangegelben, staubigen Massen von Sporen, welche die für Aecidium charakteristische Beschaffenheit und kettenförmige Abschnürung auf den im Grunde des Bechers stehenden kurzen Basidien zeigen (Fig. 75 B). In Begleitung der Becherchen finden sich Spermogonien, welche dem unbewaffneten Auge als dunkle Pünktchen erscheinen, die man an den Polstern auf der Oberseite des Blattes, zum Theil auch an der Unterseite in der Peripherie des Fleckens bemerkt. Sie stehen mit einer behaarten Mündung durch die Epidermis hervor und entleeren eine schleimige, die zahlreichen Spermatien enthaltende Substanz (Fig. 75 Bs). Ebenfalls durch de Bary ist nachgewiesen, daß wenn diese Aecidiumsporen auf Blätter von Gramineen gelangen und keimen, und die Keimschläuche in die Blätter eindringen, dort wieder der eigentliche Getreiderost aus ihnen hervorgeht. In den getreidebauenden Gegenden hat fast jede Berberize im Frühling den Pilz; die unter und neben solchen Sträuchern wachsenden Gräser bedecken sich besonders reich mit Rost, und die hier gebildeten Uredosporen können dann weiter ihren Weg auf entferntere Nährpflanzen finden. Wenn in den Wintersaaten das Mycelium überwintern könnte, so würde das erste Erscheinen der getreidebewohnenden Generation des Schmarotzers in jedem Jahre auch ohne das Aecidium der Berberize möglich sein. Doch fehlt es dafür an einem eigentlichen Beweis; nach de Bary's Erfahrungen ist es nicht der Fall. Ich habe auch in den perennirenden Theilen von Triticum repens, dessen alte Halme ganz von Rost bedeckt waren, im Winter kein Mycelium gefunden. — Die Vorbeugungsmaßregeln gegen diesen Getreiderost werden hiernach sein: außer der oben angerathenen Verhütung übermäßiger Feuchtigkeit, Vernichtung der mit Teleutosporen besetzten Strohhalme und Stoppeln durch Verbrennen, Vertilgung des Sauerdorns in den getreidebauenden Gegenden; Beseitigung der Feldraine, weil auf den Gräsern derselben (besonders Triticum repens und Lolium perenne) der Rost sich reichlich anzusiedeln pflegt, so daß von hier aus das Getreide angesteckt werden kann. Einigermaßen kann man dem Rost auch vorbeugen durch Auswahl derjenigen Varietäten zum Anbau, die sich in der betreffenden Gegend widerstandsfähiger gegen die Krankheit gezeigt haben. Ein solches ungleiches Verhalten einzelner Sorten läßt sich in der That beobachten, allein wir wissen nichts darüber, welche Umstände hierbei maßgebend sind, und ebensowenig sind diese Erfahrungen für alle Verhältnisse und Gegenden gleichmäßig gültig.

Getreiderost durch Puccinia striaeformis.

2. Puccinia striaeformis *Westend.* (P. straminis *Fuckel*), eine andere Art Getreiderost, nicht selten auf Roggen, Weizen und Gerste, wo sie bisweilen auch zusammen mit der vorigen auftritt, sowie auf wildwachsenden Gräsern, unter denen Bromus mollis am häufigsten davon befallen wird. Dieser Rost stimmt in seinen Erscheinungen mit dem vorigen überein und unterscheidet sich nur in Folgendem. Die Uredosporen haben ziemlich genau kugelrunde Gestalt und bilden durchschnittlich kleinere, meist minder langgestreckte Häufchen; sie stellen den früheren Uredo rubigo vera *DC.* genannten Pilz dar. Die ziemlich ebenso kleinen, schwarzen Teleutosporenhäufchen sind hier dauernd von der Epidermis bedeckt und sehen daher nur wie schwarze Flecken der Blattsubstanz aus. Die Teleutosporen sind durch ihren sehr

kurzen Stiel ausgezeichnet, ungefähr keulenförmig, der Scheitel nicht gerundet, sondern bald breit abgestutzt, bald unregelmäßig zugespitzt, in Folge des Raummangels unter der Epidermis (Fig. 76). Das zugehörige Aecidium ist nach de Bary's Infectionsversuchen das Aecidium asperifolii *Pers.*, welches auf den Blättern vieler Asperifoliaceen, besonders auf **Anchusa officinalis, Borago officinalis, Lycopsis arvensis etc.**, sehr ähnlich dem der Berberitze in großen, gelben, polsterförmigen Flecken auftritt. Von diesem Schmarotzer ist es gewiß, daß er im Uredozustande in jungen Gramineen überwintert, daß also Wintersaaten schon vom Herbste her mit dem Schmarotzer in den Frühling kommen können. Das Aecidium ist daher nicht unbedingt erforderlich für das Wiedererscheinen des Pilzes im Frühlinge; um so mehr müßte gegen die diesen Rost tragenden wildwachsenden Gräser in der Nähe der Getreideäcker vorgegangen werden, denn **Bromus mollis** trägt häufig zur Zeit der Herbstbestellung noch ungemein reichlich den Uredozustand dieses Pilzes. Aber auch jene Asperifoliaceen müssen, insofern sie die Nährpflanzen des Aecidiums sind, als dem Getreidebau schädliche Pflanzen gelten.



Fig. 76.
Teleutosporen von **Puccinia striaeformis** von zweizeiliger Gerste; einige einzellig, ohne Querwand. 200fach vergr.

Getreiderost durch Puccinia coronata.

3. **Puccinia coronata** *Corda*, die dritte Art Getreiderost, die jedoch unter dem Getreide vielleicht auf den Hafer beschränkt ist, auf diesem aber sehr häufig allein oder auch mit **Puccinia graminis** zusammen den Rost bildet; außerdem befällt sie auch viele Gräser, besonders häufig **Holcus lanatus, Calamagrostis epigeios, Aira caespitosa.** Im Uredozustand ist sie nicht von der **Puccinia straminis** zu unterscheiden. Die Teleutosporenhäufchen bleiben ebenfalls von der Epidermis überzogen, sie sind durchschnittlich etwas größer als bei jener und es ist für sie charakteristisch, daß sie vorwiegend, wenn auch nicht ausschließlich, an den Blattflächen, auf beiden Seiten derselben auftreten, so daß da, wo dieser Parasit mit **P. graminis** auftritt, besonders am Hafer, die Teleutosporenlager beider Pilze zum größten Theil auf Blattfläche und Blattscheide getrennt sind. Der wichtigste Unterschied liegt in der Form der Teleutosporen; diese sind sehr kurz gestielt, ungefähr keulenförmig und am Scheitel mit einer Krone aus mehreren unregelmäßigen, zacken- oder dornförmigen Fortsätzen der Sporenmembran versehen (Fig. 77). De Bary hat das zu diesem Rost gehörige Aecidium in dem **Aecidium Rhamni** *Pers.* gefunden. Dasselbe wächst auf **Rhamnus cathartica** und **frangula** und vielleicht noch auf anderen Arten dieser Gattung, sowol an erwachsenen Pflanzen wie an jungen Sämlingen. Es tritt sowol auf den Blättern in dicken Polstern, besonders an den Rippen, als auch auf Blattstielen, Zweigen, Blütenstielen und allen Blütentheilen auf. Die letztgenannten Organe erleiden dabei eine bedeutende Hypertrophie und Mißbildung; sie schwellen um das Mehrfache ihres Querdurchmessers an, wobei sie sich oft unregelmäßig krümmen, die Blütentheile vergrößern sich in allen Dimensionen bedeutend. Die ganze Oberfläche der hypertrophirten Theile bedeckt sich dicht mit den gelbrothen

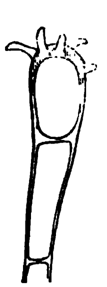


Fig. 77.
Teleutospore von **Puccinia coronata** vom Hafer. 200fach vergr.

Aecidienbecherchen. Für diesen Getreiderost spielen also die genannten Arten Kreuzdorn, die auch wirklich in manchen Jahren epidemisch vom Aecidium befallen sind, dieselbe Rolle wie der Sauerdorn für die Puccinia graminis.

Rost anderer Gräser.

4. Von Rostkrankheiten anderer Gräser, bei denen man wieder andere, wiewol meist unvollständig bekannte Arten von Puccinia unterschieden hat, möchten noch folgende kurze Erwähnung verdienen. Der Maisrost (P. Maydis *Bereng.*, P. Sorghi *Schw.*) auf den Blättern des Mais in elliptischen, braunen Häufchen von Uredosporen (Uredo Zeae *Desm.*) und schwarzen, nicht von der Epidermis bedeckten Häufchen von Teleutosporen; letztere sind kurzgestielt, länglichrund, am Scheitel abgerundet, aus zwei ziemlich gleichen Zellen zusammengesetzt. Dieser Rost ist in Italien häufig, wo er schon 1815 bekannt war; kommt aber jetzt auch in Deutschland vor. In Nordamerika ist er seit längerer Zeit auf Mais und Sorgho beobachtet worden; desgleichen hat man ihn im Caplande gefunden. Ob ein Aecidium dazu gehört, ist unbekannt. — Der Schilfrost (P. arundinacea *Hedw.*) auf Blattflächen und Scheiden von Phragmites communis, mit ziemlich großen, elliptischen bis linienförmigen Uredo- und ebensolchen, schwarzen unbedeckten Teleutosporenhäufchen auf beiden Blattseiten. Die Teleutosporen sind länglich, ziemlich gleichhälftig zweizellig, an der Querscheidewand eingeschnürt, in einer Form mit sehr langen, in einer anderen mit kurzen Stielen (P. Phragmites *Kcke.* und P. Magnusiana *Kcke.*). Winter[1]) hat durch Infectionsversuche gezeigt, daß aus den Teleutosporen des Schilfrostes das Aecidium rumicis *Schlechtend.* auf Rumex Hydrolapathum, und aus den Sporen dieses wieder der Rost auf dem Schilfrohr entstehen. — Puccinia sesselis *Schneider* auf Blättern von Phalaris arundinacea und vielleicht noch einigen anderen Gräsern, in zahlreichen sehr kleinen Häufchen, die Teleutosporen von der Epidermis bedeckt, fast stiellos, keilförmig, mit abgestutztem Scheitel. Nach Winter[2]) gehört hierzu Aecidium alii ursini *Pers.* auf den Blättern des Allium ursinum. — Von anderen neuerdings mit angeblichem Erfolg gemachten Infectionsversuchen mit Aecidien an Gramineen nennen wir noch die von Nielsen[3]), nach denen der Rost der Poa-Arten, von Demselben als Puccinia Poarum bezeichnet, mit dem Aecidium Tussilaginis *Pers.* auf Tussilago farfara im Generationswechsel stehen soll, sowie die von Reichardt[4]), welche die Zusammengehörigkeit einer auf Sesleria coerulea vorkommenden Puccinia mit einem Aecidium auf Rhamnus saxatilis ergeben haben.

Rost der Riedgräser.

5. Der Rost der Riedgräser, Puccinia caricis *DC.*, an verschiedenen Arten von Carex, besonders C. pseudo-cyperus, riparia und paludosa, an den Blattflächen, welche rings um jedes Sporenhäufchen sich gelb oder braun verfärben. Die kleinen, kurzen, durch die Epidermis hervorbrechenden Uredo- und Teleutosporenhäufchen erscheinen beide hauptsächlich auf der Unterseite des Blattes. Die Uredosporen sind länglich-eiförmig (Uredo pseudocyperi *Rabenh.*), die Teleutosporen kurzgestielt, keilförmig, am Scheitel mit sehr starker Membranverdickung. Auf anderen Carex-Arten scheinen andere

---

[1]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 693.
[2]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 371.
[3]) Citirt in Just, bot. Jahresber. f. 1877, pag. 127.
[4]) Verhandl. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1877, pag. 841.

Formen von Puccinia vorzukommen. Nach Magnus[1]) und Schröter[2]) steht mit einer auf Carex hirta vorkommenden Puccinie (P. dioicae *Magnus)* das Aecidium urticae *DC.* im Generationswechsel, welches auf den Blattnerven, Blattstielen und Stengeln von Urtica dioica vorkommt und an diesen Theilen starke Hypertrophien, Anschwellungen und Krümmungen veranlaßt. In Carex soll die Puccinie nach Schröter pereuiren. Neuerlich ist es Schröter[3]) gelungen, auch die auf den oben angeführten Carex-Arten vorkommende Puccinia caricis auf Urtica zu übertragen, wonach also alle diese Formen zu einer und derselben Species gehören würden. Dagegen gelang mit der von ihm Puccinia sylvatica genannten Form auf Carex brizoides diese Uebertragung nicht, vielmehr ließ sich aus dieser das Aecidium Taraxaci auf Taraxacum officinale erziehen, während auch umgekehrt durch Aussaat dieser Aecidiumsporen auf Carex brizoides hier wieder Rost hervorgerufen wurde. Ferner berichtet Magnus[4]), daß es ihm gelungen sei, eine Form von Puccinia (P. limosae *Magnus)* auf Carex limosa aus Sporen eines Aecidium auf Lysimachia vulgaris, welche an derselben Stellen wuchs, zu erzeugen. Außerdem giebt es eine Puccinia Vulpinae *Schröt.* auf Carex vulpina, eine Puccina caricicola *Fuckel* auf Carex supina, eine Puccinia microsora *Kcke.* auf Carex vesicaria, letztere beiden durch die Häufigkeit einzelliger Teleutosporen auffallend; zu diesen hat man noch kein Aecidium gefunden. Auch von der Puccinia scirpi *Tul.* auf Scirpus lacustris ist bis jetzt kein Aecidium bekannt.

B. Autöcische oder nicht generationswechselnde und unvollständig bekannte Puccinien.

Zwiebelrost.

6. Der Lauch- oder Zwiebelrost, Puccinia allii *Casp.*, auf allen grünen Theilen der Winterzwiebeln (Allium fistulosum), des Schnittlauchs, von Allium Codonoprasum etc. Die rothgelben Uredohäufchen sind rund oder elliptisch, convex, bleiben lange von der hellen Epidermis bedeckt, die zuletzt über ihnen aufplatzt, treten in großer Anzahl auf, fließen daher stellenweis zusammen und bewirken rasch in ihrer Umgebung eine Verfärbung des Grün in Gelb; ihre Sporen sind rund oder eiförmig (Uredo limbata *Rabenh.).* Die Teleutosporen erscheinen bald nach jenen an denselben Organen und in ebenso geformten, schwärzlichen Häufchen, welche dauernd von der Epidermis bedeckt bleiben; sie sind mit einem ziemlich kurzen, farblosen Stiel versehen, braun, am Scheitel nicht verdickt, und es fehlt hier sehr vielen Sporen die Querscheidewand in der Mitte, so daß diese einzellig sind und somit der Gattung Uromyces angehören müßten; daher ist der Pilz auch Uromyces alliorum *DC.* und Puccinia mixta *Fuckel* genannt worden. An denselben Nährpflanzen kommt ein Aecidium vor, welches vielleicht in den Entwickelungskreis dieses Pilzes gehört. Vernichtung des rostigen Zwiebelstrohes und Wegnahme der äcidientragenden Theile sind als Vorbeugungsmittel zu empfehlen.

Rost auf Ornithogalum.

7. Puccinia Liliacearum *Duby,* auf den Blättern von Ornithogalum umbellatum, wegen der bei Puccinien ungewöhnlichen Krankheits-

[1]) Sitzungsber. des Ver. naturf. Freunde zu Berlin, 17. Juni 1873.

[2]) Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur, 6. November 1873. Desgl. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III. 1875, pag. 1 ff.

[3]) Cohn's Beitr. z. Biologie d. Pfl. III. 1. Heft, pag. 57.

[4]) Tageblatt d. Naturf.-Vers. zu München 1877, pag. 199.

erscheinung bemerkenswerth. Die Blätter sind in ihrer oberen Hälfte bis an die Spitze abnorm verdickt, daher keulenförmig und wegen der Schwere dieses Theiles etwas gekrümmt. Das Cecidium ist dicht bedeckt mit zahlreichen, kleinen, halbkugeligen Wärzchen, die auf ihrem Scheitel eine grübchenförmige Mündung bekommen; es sind die kleinen Teleutosporenlager; aus den Mündungen werden die braunen, sehr kurzgestielten, verkehrt eiförmigen, in der Mitte schwach eingeschnürten Teleutosporen in zierlichen Ranken herausgequetscht, wobei jedoch die Sporen nicht durch Schleim, sondern nur durch Adhäsion aneinanderhängen. Die Blätter und ihre Keulen bleiben während der Entwickelung des Pilzes grün, sterben aber früher als gewöhnlich ab. Der Pilz verhält sich auch biologisch eigenthümlich, indem auf den hypertrophirten Theilen mit den Teleutosporenhäufchen zusammen, jedoch in der Entwickelung ihnen etwas vorausgehend Spermogonien als kleine, orangerothe Pusteln mit farblosen, ovalen Spermatien auftreten. Der vollständige Entwickelungsgang des Pilzes ist noch unbekannt. Ich fand die Krankheit im April 1878 bei Dresden epidemisch.

Ferner sind noch verschiedene andere Puccinia- und Uromyces-Formen auf Ornithogalum, Gagea, Tulipa, Muscari, Lilium, Scilla, Erythronium und Veratrum bekannt.

Spargelrost.

8. Der Spargelrost, Puccinia Asparagi *DC.* auf den grünen Theilen des Spargels im Sommer und Herbst rostbraune Uredohäufchen und darnach zahlreiche schwarze Räschen von Teleutosporen bildend, in deren Umkreis meist das Gewebe gelb wird. Wahrscheinlich gehört zu diesem Schmarotzer ein im Frühjahr selten auf den grünen Theilen des Spargels vorkommendes Aecidium. Verbrennen des rostigen Strohes und Abschneiden der Spargelzweige, auf denen im Frühjahr das Aecidium sich zeigen sollte, sind Gegenmittel.

Rost der Juncaceen.

9. Unter den Juncaceen giebt es eine Puccinia Luzulae *Lib.* an Luzula campestris, pilosa etc. und einen Uromyces Junci *Tul.* (Puccinella Junci *Fuckel)* auf Juncus obtusiflorus, als dessen Aecidium Fuckel[1]) das Aecidium zonale *Duby* auf Pulicaria dysenterica betrachtet.

Roste der Compositen.

10. Die Roste der Compositen. In dieser Familie sind Rostkrankheiten sehr verbreitet, und es handelt sich hier jedenfalls um mehrere, in ihren Sporenformen und in ihrem biologischen Verhalten sich unterscheidende Uredineen, über die freilich unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft sind. Wir erwähnen hier kurz die wichtigsten derselben. 1. Eine Reihe von Formen, welche feste runde Polster bilden und denen kein Uredo vorausgeht und die wahrscheinlich kein Aecidium besitzen. Dahin gehören Puccinia Asteris *Duby* auf Aster salignus etc., P. Millefolii *Fuckel,* P. Ptarmicae *Karsten,* P. Virgaureae *Lib.,* P. Syngenesiarum *Link* auf Artemisia campestris, P. Leucanthemi *Passer.* etc. Es ist unentschieden, ob dies alles selbständige Arten sind. — 2. Puccinia discoïdearum *Link.* (P. Artemisiarum *Duby)* auf den Blättern von Artemisia Dracunculus, A. Absinthium und vulgare, Tanacetum vulgare und Chrysanthemum in kleinen, rundlichen, braunen, staubigen Häufchen, welche die braunen Uredosporen enthalten, und in ebensolchen, schwarzen, aus der Epidermis hervorbrechenden Häufchen von Teleutosporen, welche bei dieser Species derbwandig, ziemlich lang gestielt sind und der Unterlage fest aufsitzen. Die vom Pilze befallenen Blätter verfärben sich allmählich und vertrocknen. Mit diesem Parasit ist

[1]) Symbolae mycologicae, pag. 61.

vielleicht identisch der Sonnenrosenrost (Puccinia helianthi *Alb.* et *Schw.*). Derselbe ist in Nordamerika auf Helianthus annuus und tuberosus seit langer Zeit bekannt, zeigt sich aber seit 1866 epidemisch und verheerend im südlichen Rußland auf den dort im Großen zur Oelgewinnung gebauten Sonnenrosen und verbreitet sich seitdem westwärts, hat sich in Italien, Ungarn und Schlesien, wenn auch noch nicht epidemisch, gezeigt. Seine Sporen stimmen mit dem eben genannten Rostpilze überein, nur sind die Sporenhäufchen entsprechend größer; dieselben erscheinen auf den Laub- und Hüllblättern der Sonnenrose, und die befallenen Theile werden vorzeitig welk, schwarz und vertrocknen. Woronin[1]) hat den Entwicklungsgang dieses Pilzes vollständig verfolgt: die Teleutosporen keimen leicht im Frühlinge des nächsten Jahres, schwerer schon im Juli, nicht mehr im zweiten Jahre. Auf Sonnenrosenblättern bringen sie ein von Spermogonien begleitetes Aecidium hervor; aus den Sporen dieses entwickelt sich auf derselben Nährpflanze sogleich die Uredo- und Teleutosporengeneration. Man hielt den Sonnenrosenrost bisher für eine eigene Species. Woronin[2]) hat nun aber junge Pflänzchen der Sonnenrosen durch Teleutosporen der Puccinia discoïdearum von Tanacetum vulgare angesteckt; es bildeten sich Aecidien, und aus den Sporen dieser entwickelte sich das Mycelium mit den Uredohäufchen. Auch an den eben genannten Nährpflanzen hat man ein Aecidium beobachtet, welches im Frühlinge den Sommer- und Teleutosporen vorangeht. Trotz dieses Nachweises bezweifelt Schröter[3]), daß durch diese Puccinien der eigentliche Sonnenrosenrost erzogen werden könne, der vielmehr eine Culturvarietät zu sein und nur schwer auf andere Pflanzen überzugehen scheine, indem er betont, daß im Westen Deutschlands, bis wohin der Sonnenrosenrost noch nicht vorgedrungen, trotz der großen Verbreitung des Rostes auf Tanacetum und Artemisia die Sonnenrose intact bleibe. Zur Verhütung dieser gefürchteten Krankheit muß man die alten rostigen Stengel und Blätter der Sonnenrosen verbrennen, und es mag auch gerathen sein, die Unkräuter, welche Nährpflanzen dieser Puccinie sein könnten, von den Aeckern zu entfernen; auch muß man die Blätter mit den etwa sich zeigenden ersten Aecidien im Frühlinge sorgfältig ablesen. — 3. Puccinia Compositarum *Schlechtend.* auf sehr vielen Compositen, jedoch nur Cichoriaceen und Cynareen, und zwar Arten von Hieracium, Crepis, Picris, Taraxacum, Leontodon, Cichorium intybus, Prenanthes purpurea, Lactuca muralis, Mulgedium alpinum, Lampsana communis, Centaurea cyanus, jacea, austriaca, scabiosa, calcitrapa, Arten von Lappa, Cirsium, Carduus, Serratula, in Europa und auch in Nordamerika sehr häufig. Der Schmarotzer bildet ziemlich kleine, aber zahlreiche, auf der Unterseite oder auf beiden Seiten der Blätter, auch an den Stengeln hervorbrechende Uredo- und Teleutosporenhäufchen. Die befallenen Blätter werden vorzeitig mißfarbig und vertrocknen. Die Uredohäufchen enthalten braune Sporen (Uredo flosculosorum *Alb.* et *Schw.*); die schwarzbraunen oder schwarzen Teleutosporenhäufchen sind durch leicht ablösbare, sehr kurz gestielte, ziemlich dünnwandige, ungefähr eiförmige, in der Mitte nicht eingeschnürte Sporen ausgezeichnet. Vielleicht müssen die Roste auf einigen der genannten Nährpflanzen von dieser Species ausgeschlossen werden; man vergl. das unter 4 Gesagte. Manche Autoren

---

[1]) Bot. Zeitg. 1872, Nr. 38 u. 39.

[2]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 340.

[3]) Hedwigia 1875, pag. 181.

haben die auf jeder einzelnen Nährspecies vorkommenden Formen als eigene Arten bezeichnet; das ist jedoch ganz willkürlich, denn in den Merkmalen der Sporen finden sich keine oder geringfügige Unterschiede, und es hat noch Niemand die Möglichkeit geprüft, den Pilz von der einen auf die anderen Nährpflanzen zu übertragen. Auf denselben Pflanzen, besonders häufig auf **Taraxacum officinale, Lampsana** und **Lappa**, kommt das **Aecidium Compositarum** *Mart.* vor; es bildet auf der Unterseite der Blätter isolirte, runde Gruppen, wo an der entsprechenden Stelle die Oberseite des Blattes mehr oder weniger geröthet ist. Ob es in der That mit den genannten Puccinien in keiner Beziehung steht, sondern nur zu dem Rost der Riedgräser (s. pag. 459) gehört, bedarf noch der Aufklärung. — 4. **Puccinia suaveolens** *(Pers.)* auf **Cirsium arvense**, von den anderen Rostpilzen der Compositen durch ihre biologischen Verhältnisse und durch die eigenthümliche Erkrankung, die sie an den Ackerdisteln hervorbringt, sehr abweichend. Der Pilz durchzieht die ganze Pflanze; die das Mycelium in sich tragenden Sprosse schießen zeitiger und schneller als die gesunden, schon im April oder Mai in die Höhe. Ein Aecidium hat dieser Pilz nicht, wohl aber werden allerwärts auf der Unterseite der Blätter zahllose Spermogonien in Form kleiner, dunkler Pünktchen sichtbar, welche um diese Zeit einen eigenthümlichen süßen Geruch um die Pflanze verbreiten. Unmittelbar darauf bedeckt sich die Unterseite aller Blätter mit den rostbraunen, stäubenden, rundlichen, oft zusammenfließenden Häufchen von kugelrunden, braunen Uredosporen (**Uredo suaveolens** *Pers.*). Diese Sprosse zeigen übrigens in ihrer Gestalt nichts abnormes; aber sie kommen nie zur Blüte und verwelken nachdem die Sporen zur Entwickelung gekommen sind, schnell. Rostrup[1]) hat auf ein eigenthümliches Generationsverhältniß bei diesem Pilze aufmerksam gemacht. Das Mycelium, welches Spermogonien und Uredo erzeugt, perennirt in den unterirdischen Theilen der Disteln und dringt von hier aus auch in die jungen oberirdischen Sprosse. Es bildet hier hauptsächlich Uredo und nur wenige Teleutosporen. Aus den Uredosporen, welche rasch keimen, entwickelt sich im Juli eine zweite Generation, aber nur auf solchen Exemplaren, die von der ersten Generation nicht angegriffen werden und die dann auch ihre normale Entwickelung vollenden, indem in ihnen das Mycelium nur fleckenweis an den Blättern auftritt und nur wenige eiförmige braune Uredosporen, dagegen eine Menge Teleutosporen bildet. Diese zweite Form ist offenbar bisher als die obige **Puccinia Compositarum** betrachtet worden und stimmt auch in ihren Merkmalen mit dieser auf anderen **Cirsium**-Arten etc. vorkommenden Pilzspecies überein. Diese sind daher vielleicht nur Entwickelungszustände des in Rede stehenden Pilzes. Nach Magnus[2]) hat auch der auf **Centaurea Cyanus** vorkommende Rostpilz dieselbe Entwickelung, nur daß das Mycelium der ersten Generation nicht perennirt. Und nach Schröter[3]) beginnt eine der zu **P. Compositarum** gerechneten Formen (**P. Hieracii** *Schum.*) auf **Hieracium**-Arten ihre Entwickelung mit Spermogonien, die local auf schwieligen Erhabenheiten der überwinterten Blätter im Frühjahr entstehen, aber sehr bald durch die an derselben Stelle erscheinenden Uredohäufchen verdrängt werden, in denen auch schon Teleutosporen vorkommen.

---

[1]) Verhandl. d. skandinav. elften Naturforscher-Versammlung zu Kopenhagen 1873. Vergl. Bot. Zeitg. 1874, pag. 556.

[2]) Sitzungsber. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 30. Juli 1875.

[3]) Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III. Heft 1. pag. 73.

Der Pilz verbreitet sich dann durch Uredosporen, und erst vom August an erscheinen wieder Teleutosporen im Uredo oder in eigenen Häufchen. — 5. **Puccinia Tragopogonis** *Corda* auf Tragopogon pratensis, ein von de Bary[1]) in seiner Entwickelung verfolgter, dem vorigen in gewisser Beziehung ähnlicher Parasit. Derselbe hat ein Aecidium, dessen Mycelium im Frühlinge die ganze Pflanze durchzieht und über alle grüne Theile verbreitete Becherchen entwickelt. Die Aecidiumsporen auf Blätter gesäet, bringen hier ein streng localisirtes Mycelium hervor, welches die Teleutosporen ohne oder mit spärlichem Uredo entwickelt. Doch besteht hier keine strenge Scheidung auf verschiedene Individuen; ich fand auf denselben Pflanzen, die mit schon älteren Aecidien bedeckt waren, die Teleutosporenhäufchen. Letztere sind rund oder elliptisch, bleiben ziemlich lange von der Epidermis bedeckt und enthalten leicht sich ablösende, denen der P. compositarum sehr ähnliche Sporen. Ganz ähnlich ist die Puccinia Podospermi *DC.* auf Podospermum und Rhagadiolus, die aber nach Schröter[2]) regelmäßig und reichlich Uredo bildet.

Rost der Rubiaceen.

11. **Rost der Rubiaceen.** Auf Galium cruciatum und anderen Arten kommt ein Rost, Puccinia Valantiae *Pers.*, vor, welcher halbkugelige, blaßbraune, feste Teleutosporenhäufchen auf der Unterseite der Blätter bildet und die befallenen Blattstellen rasch gelb färbt (Aecidium und Uredo fehlen). Viele andere Arten von Galium werden von Puccinia galiorum *Link* befallen. Diese hat kleine, rostbraune Uredohäufchen und convexe, dunkelbraune Häufchen von Teleutosporen auf der Unterseite der Blätter und an den Stengeln. Die befallenen Theile färben sich ebenfalls gelb oder braun. Diesem Pilze geht an den Blättern im Frühlinge Aecidium galii *Pers.* voraus. An den Blättern von Asperula odorata und anderen Arten kennt man eine Puccinia Asperulae *Fuckel*, sowie an denen der Färberröthe eine Puccinia Rubiae *Fuckel*, die vielleicht besondere Arten sind.

Rost der Lippenblütler.

12. **Rost der Lippenblütler.** Von den wenig genau bekannten Uredineen auf Labiaten, deren mehrere Arten unterschieden worden sind, sei hier die am häufigsten vorkommende Puccinia Menthae *Pers.* genannt, welche in Europa Menthaarvensis, aquatica, silvestris, viridis, piperita, die Arten von Thymus, Satureja hortensis und andere, in Amerika, sowie am Cap verwandte Labiaten befällt. Die blaßbraunen, runden, zahlreichen Uredohäufchen (Uredo Labiatarum *DC.*) bedecken die untere Fläche des Blattes, welches an diesen Stellen oberseits röthlich oder bräunlich gefleckt ist. Später erscheinen ebendaselbst die kleinen, runden, dunkelbraunen Häufchen der Teleutosporen; letztere sind leicht ablösbar, mäßig lang gestielt, rundlich, am Scheitel verdickt und mit warziger Membran. Auch ein Aecidium soll auf diesen Nährpflanzen vorkommen, welches in den Entwickelungsgang des Parasiten gehören könnte. — Sehr verschieden von diesem Pilz ist die häufig auf Glechoma hederacea vorkommende P. Glechomatis *DC.* (wozu wol auch P. Salviae *Unger* auf Salvia gehört), von der nur Teleutosporen bekannt sind, welche halbkugelige, polsterförmige, graubraune Häufchen auf den Blättern bilden und elliptisch oder fast kugelig und an der Spitze mit einem hellen Spitzchen versehen sind, und die diesem Pilz biologisch sich gleich verhaltende Puccinia annularis *Strauss* auf Teucrium-Arten.

Rost der Scrofularineen

13. Unter den **Scrofularineen** kennt man eine Puccinia Veronicarum

[1]) Recherches sur les champ. parasites. Ann. sc. nat. 4. sér. T. XX.
[2]) l. c. pag. 79.

DC. auf Veronica urticifolia und spicata, sowie eine Puccinia Veronicae *Schröt.* auf Veronica montana, beide vielleicht nur in der Teleutosporenform existirend[1]).

Rost auf Gentiana.

14. Puccinia Gentianae *Link*, findet sich nebst Uredo auf den Blättern von Gentiana cruciata und G. Pneumonanthe.

Auf Campanulaceen.

15. An Campanulaceen ist auf den Wurzelblättern von Campanula Rapunculus eine Puccinia Campanulae *Fuckel*, und auf denen von Campanula Trachelium eine Puccinia circinans *Fuckel* beschrieben worden.

Auf Globularia.

16. Globularia vulgaris und nudicaulis in den Alpen haben die Puccinia Globulariae *DC.*

Auf Adoxa.

17. Auf Adoxa moschatellina findet sich die Puccinia Adoxae *DC.*, deren Entwickelung nach Schröter[2]) mit dem Aecidium albescens *Grev.* auf denselben Pflanzen im Frühling beginnt. Die Aecidiumsporen erzeugen jenen Pilz, und zwar zuerst eine Uredo, dann die Teleutosporen, die auf Stengeln Blattstielen und Blättern dunkelbraune Häufchen bilden.

Roste der Polygoneen.

18. Roste der Polygoneen. Die Rostkrankheiten dieser Familie werden nur zum Theil durch Arten von Puccinia, zum andern Theil durch Uromyces veranlaßt. Hierher gehört Puccinia Polygonorum *Schlechtd.*, auf Polygonum convolvulus, dumetorum, lapathifolium und amphibium var. terrestre, auch in Nordamerika auf dortigen Polygonum-Arten beobachtet, vorzüglich auf der Unterseite der Blätter runde, rostbraune Uredohäufchen (Uredo Polygonorum *DC.*) bildend, denen ebendaselbst und an den Stengeln die schwarzbraunen, zuletzt durch die Epidermis hindurchbrechenden aber fest auf der Unterlage sitzenden Räschen der Teleutosporen folgen. Letztere sind keulenförmig, ziemlich langgestielt und am Scheitel stark verdickt. Von diesem Pilz sicher verschieden ist Puccinia Bistortae *DC.* auf der Unterseite der Blätter von Polygonum Bistorta und viviparum, welche dadurch gelbe oder braune Flecken bekommen; sie bildet hellbraune Uredo- und schwarzbraune Teleutosporenhäufchen. Die Teleutosporen fallen leicht ab, sind ungefähr eiförmig oder fast kugelig und fast stiellos. Ob ein Aecidium mit beiden Pilzen im Generationswechsel steht, ist unbekannt. Andere Formen, die man nicht mit dem Uromyces Rumicum (pag. 469) verwechseln darf, sind Puccinia Rumicis *Lasch* auf Rumex Acetosa und arifolius, P. Rumicis *Fuckel* auf Rumex scutatus und P. Oxyriae *Fuckel* auf Oxyria digyna.

Rost auf Caryophyllaceen.

19. Puccinia Caryophyllearum *Wallr.* an zahlreichen Caryophyllaceen (wo die Formen oft wieder nach den Nährpflanzen benannt worden sind), und zwar besonders Alsineen, namentlich Stellaria Holostea, media, nemorum, graminea, Möhringia trinervia, Arenaria serpyllifolia, Sagina procumbens, sowie auf der als Futterpflanze cultivirten Spergula arvensis, ferner auch auf Sileneen, wie Dianthus barbatus, Lychnis diurna etc., auch auf Corrigiola und Herniaria. Der Pilz bildet nur Teleutosporen, welche an der Unterseite der Blätter und an den Stengeln in halbkugeligen, graubraunen, fest auf der Nährpflanze haftenden Räschen stehen und lang gestielt, in der Mitte eingeschnürt und blaßbraun sind. Auf breiten Blättern stehen die Räschen in runden Gruppen beisammen, auf schmalen Theilen sind sie in eine Reihe gestellt und fließen oft zusammen. An diesen Stellen verlieren die Organe ihre grüne Farbe. An dem die Nelken bewohnenden

---

[1]) Vergl. Schröter, Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III. Heft 1. pag. 89.
[2]) l. c. pag. 77.

Pilz hat de Bary (l. c.) die Entwickelung verfolgt: die Teleutosporen keimen sogleich nach ihrer Reife noch auf der Nährpflanze; die Keimfädchen der Sporidien dringen in die Stomata der Nährpflanze ein und erzeugen wieder die Teleutosporenform, also ohne Generationswechsel. Dieser Rost wird also sogleich durch Ansteckung von den Pflanzen, die den Pilz tragen, auf gesunde Pflanzen verbreitet.

Roste der Ranunculaceen.

19. **Roste der Ranunculaceen.** Außer einigen Formen von Uromyces (pag. 470.) kommen hier folgende Arten von Puccinia vor[1]). 1. **Puccinia Anemones** *Pers.* auf der Unterseite der Blätter von Anemone nemorosa und ranunculoides, sowie von Pulsatilla-Arten, gleichmäßig vertheilte, runde, oft zusammenfließende, lebhaft braune, staubige Häufchen von Teleutosporen ohne Uredo. Die Teleutosporen sind mäßig lang gestielt, in der Mitte eingeschnürt, aus 2 fast gleichen, kugeligen Zellen bestehend und mit warzigem Episporium versehen. Die befallenen Blätter sterben zeitig ab. Außerdem kennt man auf beiden Nährpflanzen zwei Aecidien, welche aber immer getrennt von der Teleutosporengeneration auf besonderen Individuen vorkommen. Die Aecidienfrüchte sind gleichmäßig und zahlreich über die ganze untere Blattfläche vertheilt, und zugleich stehen kleine punktförmige, dunkle Spermogonien dazwischen, sowie an der oberen Blattseite. Das auf Anemone ranunculoides wachsende **Aecidium punctatum** *Pers.* hat violettbraune, das der Anemone nemorosa eigene **Aecidium leucospermum** *DC.* hat weiße Sporen. Die von diesen Aecidien befallenen Pflanzen zeichnen sich durch ihre eigenthümliche Erkrankung aus. Das Mycelium ist im ganzen Blatte verbreitet; diese Blätter wachsen etwas früher und schneller als die gesunden hervor und sind in ihrer Gestalt mehr oder minder in dem Sinne verändert, daß der Stiel bei steif aufrechter Richtung länger, die Theile der Blattfläche kürzer und schmäler als im normalen Zustande sind. Auch diese Blätter sterben bald nach der Entwicklung des Pilzes ab. Die vom Aecidium befallenen Individuen scheinen meist nur Blätter zu treiben, doch kommt der Pilz auch an den Blättern blühender Sprosse vor. Daß eins dieser Aecidien mit dem Teleutosporenzustand im Generationswechsel steht, ist bisher nur Vermuthung; die Mycologen sind darin nicht übereinstimmend: Schröter[2]) erklärt das Aecidium leucospermum, Fuckel[3]) das Ae. punctatum als Generation der genannten Puccinia. — Außerdem wird auf Anemone sylvestris noch eine **Puccinia compacta** *de By.* unterschieden. 2. **Puccinia Atragenes** *Fuckel,* auf der Unterseite der Blätter von Atragene alpina runde, schwazbraune Häufchen bildend, deren Teleutosporen sehr kurz gestielt, länglichkeulenförmig, stumpf, in der Mitte eingeschnürt sind. Ob das auf Clematis-Arten an verdickten und verkrümmten Stellen der Blätter und Stengel erscheinende **Aecidium Clematidis** *DC.* hierzu gehört, ist unentschieden. 3. Auf Thalictrum-Arten kennt man eine **Puccinia Castagnei** *Schröt.* und eine **P. Thalictri** *Chev.*, sowie ein **Aecidium Thalictri** *Grev.*, ohne über deren Beziehung etwas zu wissen. 4. **Puccinia Lycoctoni** *Fuckel* auf Aconitum Lycoctonum, wo auch ein Aecidium vorkommt. 5. **Puccinia Trollii** *Karst.* auf Trollius europaeus. 6. Auf Caltha palustris giebt es eine **Puccinia Calthae** *Schröt.* mit elliptischen, in der Mitte deutlich zusammengeschnürten, stumpfen, leicht ablöslichen Sporen und Puccinia

[1]) Vergl. Schröter in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III., Heft 1. pag. 61.
[2]) Brand- und Rostpilze Schlesiens. Abhandl. d. schles. Gesellsch. 1869.
[3]) Symbolae mycologicae. pag. 49.

elongata *Schröt.*, mit in der Mitte nicht eingeschnürten schmaleren, zugespitzten, dickgestielten, ziemlich fest anhaftenden Sporen. Von beiden ist auch Uredo und Aecidium bekannt.

Rost auf Cruciferen.

20. Unter den Cruciferen kennt man eine Puccinia Thlaspeos *Schubert* auf Thlaspi alpestre und Arabis hirsuta, unter deren Einfluß die Nährpflanzen gelbliches, kränkliches Aussehen und aufgetriebene und verkrümmte Stengel bekommen.

Veilchenrost.

21. Der Veilchenrost, Puccinia violae *DC.* auf den Blättern von Viola adorata, sylvestris, canina, hirta u. a., sowie auf cultivirten Stiefmütterchen, auch auf Veilchenarten in Nord-Amerika. An der Unterseite der Blätter und an den Blattstielen erscheinen im Sommer und Herbst zahlreich und oft die ganze Blattfläche bedeckend kleine hellbraune Uredohäufchen, denen die dunkelbraunen Teleutosporen folgen, welche leicht abfallen und kurz gestielt, glatt, in der Mitte nicht eingeschnürt sind. Die befallenen Blätter entfärben sich und verderben rasch. Wahrscheinlich steht mit dem Schmarotzer im Generationswechsel das Aecidium violae *Schum.*, welches im Frühlinge auf denselben Nährpflanzen erscheint und dieselben ganz verunstaltet, indem die Becherchen Stengel und Blattstiele, die dann abnorm anschwellen, und Theile der Blätter und selbst Blüten ganz überziehen. Auch hier kommt oft schon auf den aecidientragenden Theilen die zweite Generation des Pilzes zur Entwickelung, nachdem die Aecidien reife Sporen gebracht haben.

Rost der Malven.

22. Der Rost der Malven, Puccinia Malvacearum *Mont.* Dieser befällt verschiedene Malvaceen, am meisten Malva sylvestris, Althaea officinalis und die bei uns cultivirte Althaea rosea. Er bildet an der unteren, seltener an der oberen Seite der Blätter erhabene, anfangs röthlichbraune, später dunkler braune Teleutosporenlager, welche auf der Blattmasse halbkugelig, auf den Nerven mehr länglich sind und an der anderen Seite des Blattes durch einen etwas vertieften, mißfarbigen, kranken Flecken bezeichnet sind. Bei reichlichem Auftreten werden die Blätter ganz verdorben. Der Parasit hat nur diese eine Generation. Nach Magnus[1]) und Reeß[2]) keimen die Sporen sogleich nach der Reife; die Sporidienkeime dringen in die Blätter der Nährpflanze ein und entwickeln ein mit starken Haustorien in die Zellen eindringendes Mycelium, welches auf die Eintrittsstelle beschränkt bleibt, so daß jedes Teleutosporenlager das Ergebniß einer besonderen Infection ist. Diese rasche Entwickelung erklärt die leichte Ausbreitung der Krankheit. Dieselbe ist deshalb besonders merkwürdig, weil sie erst in jüngster Zeit in Europa eingewandert ist und über den Erdtheil sich verbreitet. Sie ist in Chile einheimisch, wo sie schon von Bertero auf der dort cultivirten Althaea officinalis beobachtet worden ist (Montagne, Flora chil. VIII. pag. 43), kommt auch in Australien, z. B. um Melbourne, sowie am Cap auf denselben Nährpflanzen vor. Im Jahre 1873 erschien sie plötzlich in Europa; die Zeit ihrer Einwanderung läßt sich nicht genau feststellen, wenigstens ist sie nach Rabenhorst's Fungi europaei Nr. 1774 schon 1869 bei Casteljerás in Spanien gesammelt worden. In jenem Jahre aber zeigte sie sich im Sommer fast gleichzeitig in Frankreich, so bei Bordeaux, Montpellier &c., und in verschiedenen Gegenden Englands, im October desselben Jahres schon bei Rastatt; 1874 wurde sie in ganz Holland, ferner bei Stuttgart, Erlangen, Nürnberg, zugleich auch bei Lübeck und auf Fünen, sowie in der Umgegend

[1]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 329.

[2]) Sitzungsber. d. phys.-medic. Soc. Erlangen 13. Juli 1874.

Roms und Neapels angetroffen, 1875 bei Erfurt, 1876 bei Münster, Bremen, Braunschweig, Greifswald, desgleichen bei Linz, in Krain, in der Lombardei, sowie in Ungarn, wo die Krankheit seitdem im Waagthale an der cultivirten **Althaea rosea** große Zerstörungen angerichtet haben soll, 1877 in der Mark Brandenburg, bei Tetschen an der Elbe, bei St. Goar am Rhein, in der Schweiz, sowie auch bereits bei Athen [1]). Es ist kaum zweifelhaft, daß in manchen Fällen die Verbreitung stattgefunden hat auf dem Handelswege, durch den Versandt lebender Pflanzen, vielleicht auch durch Sämereiwaaren. Um die Krankheit zu verhüten müssen alle mit dem Pilze behafteten Blätter der am Orte befindlichen Nährpflanzen möglichst beseitigt werden.

Rost der Ribes-Arten.

23. **Puccinia Ribis** *DC.* Auf den Blättern von Ribes rubrum und petraeum kommt nicht häufig ein Rost vor, der an der Oberseite der Blattfläche hervorbrechende, gelb oder röthlich gesäumte, runde, dunkelbraune Teleutosporenhäufchen bildet. Uredo ist nicht bekannt; wol aber giebt es auf verschiedenen Arten von Ribes ein Aecidium Grossulariae *DC.*, von welchem freilich nur vermuthet werden kann, daß es eine Generation jenes Parasiten darstellt.

Roste der Doldengewächse.

24. Die Roste der Doldengewächse. In dieser Familie ist eine ganze Reihe von Rostarten (früher meist als Puccinia Umbelliferarum bezeichnet) zu unterscheiden, die besonders durch ihre biologischen Verhältnisse untereinander abzuweichen scheinen. Es sind dies folgende: A. Formen, bei denen Spermogonien, Aecidien, Uredo und Teleutosporen vorkommen. 1. **Puccinia Pimpinellae** *Strauss.* (P. reticulata *de By.*) mit netzförmig gezeichneten Sporen. Die Uredo bildet zahlreiche, lebhaft braune, staubige, runde Häufchen, die Teleutosporen dunkelbraune Räschen an der Unterseite der Blätter. Auf Pimpinella, Heracleum, Eryngium, Anthriscus, Chaerophyllum, Myrrhis etc. 2. Mehrere Formen mit glatten Teleutosporen, wie **Puccinia Saniculae** *Grev.* auf Sanicula, und **P. Bupleuri** *Rud.* auf Bupleurum. B. Formen, bei denen Spermogonien, Uredo und Teleutosporen, kein Aecidium vorkommt. Dahin gehört 3. **Puccinia Oreoselini** *Strauss*, mit am Scheitel punktirten Sporen auf Peucedanum Oreoselinum, wo Magnus [2]) die Entwicklung verfolgt hat. Das wahrscheinlich aus den Sporidienkeimen der überwinterten Teleutosporen hervorgehende zuerst sich bildende Mycelium erreicht im Blatte eine große Ausdehnung und entwickelt erst Spermogonien, dann große Rasen, in denen zuerst Uredo- dann Teleutosporen erzeugt werden. Die Keimschläuche der Uredosporen dringen in die Spaltöffnungen der Blätter ein und entwickeln hier als zweite Generation ein die Eintrittsstelle nur wenig überschreitendes Mycelium, welches sogleich ein kleines Häufchen von Uredo-, dann Teleutosporen anlegt. 4. **Puccinia bullata** *Pers.* mit glatten Sporen, sonst der Puccinia Pimpinellae sehr ähnlich, auf Sellerie, wo sie neuerlich in England schädlich geworden ist [3]), Dill, Schierling, Aethusa Cynapium, Silaus pratensis sehr häufig. C. Nur Uredo- und Teleutosporen bekannt. 5. **Puccinia Cicutae** *Lasch*, mit höckerigen Sporen, auf Cicuta virosa. D. Spermogonien, Aecidium und Teleutosporen, aber keine Uredo. Dieses Verhältniß ist bekannt von der 6. **Puccinia Sii Fal-**

---

[1]) Die Berichte über die Wanderung sind zu finden in Bot. Zeitg. 1874, pag. 329 u. 361, und 1875, pag. 119 u. 675, sowie in Just, bot. Jahresb. f. 1877, pag. 67—68 u. 129. Die Verbreitung auf bisher verschonte Gegenden geht immer weiter; 1878 fand ich den Pilz auch zum ersten Male bei Leipzig.

[2]) Hedwigia 1877, Nr. 5.

[3]) Gardener's Chronicle 1876, pag. 531, 623, 690.

cariae *Pers.* Auf Falcaria Rivini findet sich im Frühlinge häufig das Aecidium Falcariae *DC.*, welches mit seinen kleinen, punktförmigen Spermogonien die gesammte Oberfläche der Blätter dieser Pflanze bedeckt, worauf die Aecidienbecher auf der ganzen Unterseite des Blattes hervorbrechen. Nach de Bary steht dieses Aecidium im Generationswechsel mit der auf der nämlichen Nährpflanze vorkommenden eben genannten Puccinie. E. Nur Teleutosporen bekannt. Hierher gehört 7. Puccinia Aegopodii *Link* auf Aegopodium Podagraria. Die Teleutosporen sind sehr kurz gestielt und glatt und bilden schwarze Häufchen, die in kleinen Gruppen an den Blattflächen, Rippen und Blattstielen beisammenstehen.

Rost der Steinobstgehölze.

25. Der Rost der Steinobstgehölze, Puccinia prunorum *Link*, auf den Blättern von Prunus spinosa, domestica, insititia und armeniaca und Amygdalus communis, wiewol nicht häufig in Deutschland und Italien sowie in Nord-Amerika beobachtet. Der Pilz bildet auf der unteren Blattseite dunkelbraune, staubige Häufchen von Teleutosporen, welche kurz gestielt, an der Oberfläche stachelig und in der Mitte stark eingeschnürt sind, indem sie aus zwei fast kugelrunden Zellen bestehen, die einander gleich sind oder deren untere etwas kleiner ist. Manchmal geht diesen Sporen kein Uredo voraus, anderemale ist es der Fall: auf der unteren Blattseite erscheinen zuerst kleine hellbraune Häufchen länglicher Uredosporen, denen dann in denselben Häufchen die Teleutosporen folgen. Die befallenen Blätter färben sich früher oder später gelb oder braun. Weiteres ist über diese Krankheit nicht bekannt.

Roste der Onagraceen.

26. Roste der Onagraceen. Auf Circaea-Arten kommt die Puccinia Circaeae *Pers.* vor. Sie bildet auf der Unterseite der Blätter kleine, feste, hellzimmtfarbene Polster, deren Teulotosporen sofort auskeimen, während zuletzt dunklere Sporen gebildet werden, die erst im nächsten Frühjahre keimen[1]). Das Aecidium Circaeae *Ces.* gehört nach Schröter[1]) nicht zu diesem Pilze. Eine Uredo habe ich zwar mit demselben zusammen gefunden, kann aber nicht behaupten, ob sie dazu gehört. — An Epilobium hirsutum ist eine Puccinia pulverulenta *Grev.* bekannt, die leicht abfallende Sporen in rothbraunen, staubigen Häufchen auf der unteren Blattseite bildet.

Rost des Buchsbaums.

27. Puccinia Buxi *DC.* bildet an der Unterseite der Buchsbaumblätter große hellbraune Polster von Teleutosporen. Eine andere Sporenform ist nicht bekannt.

II. Uromyces *Lév.*

Gattungscharakter.

Die Gattung Uromyces unterscheidet sich von Puccinia nur durch die einzelligen Teleutosporen, und da auch bei manchen Arten von Puccinia unter den zweizelligen einzellige Sporen, d. h. solche, denen die Scheidewand fehlt, vorkommen, so ist der Unterschied beider Gattungen kein festbegrenzter, um so weniger als dieselben Formen des Generationswechsels hier wiederkehren. Die bemerkenswerthesten Rostkrankheiten, welche durch Pilze aus dieser Gattung erzeugt werden, sind folgende.

Uromyces Dactylis auf Gräsern.

1. Uromyces Dactylis *Otth.* (Puccinella graminis *Fuckel*) auf dem Knäulgras (Dactylis glomerata), auf Poa-Arten und Arrhenatherum elatius, ein dem Grasroste, besonders der Puccinia striaeformis, im äußeren sehr ähnlicher übrigens nicht häufiger Rost. Die kleinen orangefarbenen Uredohäufchen haben kugelige Sporen, die mit kolbenförmigen Paraphysen untermengt sind, die

[1]) Vergl. Schröter in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III., Heft 1. pag. 91.

schwarzen Teleutosporenhäufchen stehen auf den Blattflächen und Blattscheiden ziemlich zahlreich, sind klein, rund oder länglich, dauernd von der Epidermis bedeckt. Die Teleutosporen sind fast kugelig oder verkehrt eiförmig, stets einzellig, mit einem der Spore fast gleichlangen farblosen Stiel. Nach Schröter's[1]) Infectionsversuchen ist dieser Pilz gleich allen gräserbewohnenden Uredineen heteröcisch, sein Aecidium ist das auf Arten von Ranunculus, nämlich R. repens, bulbosus, acer und polyanthemus vorkommende Aecidium Ranunculacearum *DC.*, und es muß daher die Nähe dieser Kräuter, wenn sie von diesem Pilze befallen sind, als eine Gefahr für jene Gräser betrachtet werden. Erfolglos blieben Schröter's Versuche, die Sporidien auf Ranunculus auricomus und R. Flammula zu übertragen, obgleich auch auf diesen wie auf vielen andern Ranunculaceen Aecidien vorkommen. Letztere dürften daher zu andern Uredineen gehören. In der That hat Schröter[2]) aus den Sporen des Aecidium Ficariae von Ficaria ranunculoïdes an Poa nemoralis einen Uromyces Poae *Rabenh.* erzogen, welcher dem auf Dactylis sehr ähnlich ist, aber durch den Mangel der Paraphysen in den Uredoräschen sich unterscheidet.

Roste der Polygoneen.

2. Roste der Polygoneen. Außer den unter Puccinia genannten giebt es auf Polygoneen wenigstens noch zwei wohlunterschiedene Rostpilzarten, welche zu Uromyces gehören. Der sehr häufig auf Polygonum aviculare vorkommende Rost ist Uromyces Avicularíae *Schröt.* Er hat ein Aecidium, welches im Frühlinge an den Cotyledonen und ersten Blättern dieser Pflanze auftritt. Im Sommer erscheinen die rothbraunen, nicht selten die Blätter ganz bedeckenden Uredohäufchen, sowie auf den Stengeln die schwarzbraunen, der Unterlage fest anhaftenden Räschen der Teleutosporen, welche durch sehr lange Stiele ausgezeichnet sind. Je stärker die Blätter mit den Rosthäufchen bedeckt sind, desto zeitiger schrumpfen sie zusammen und sterben ab. Derselbe Pilz ist auch auf Rumex Acetosellae beobachtet worden. — Uromyces Rumicum *Lév.* bildet den Rost auf Rumex sanguineus, R. Hydrolapathum, crispus, obtusifolius etc. Die rothbraunen Uredo-, sowie die dunkelbraunen Teleutosporenhäufchen brechen aus beiden Seiten der Blattfläche hervor, die an diesen Stellen oft durch geröthete Zellsäfte sich purpurröthlich färbt. Die Uredosporen haben ein stacheliges Episporium; die Teleutosporen fallen leicht ab, sind fast kugelig und sehr kurz gestielt. Vielleicht ist von diesem Rost specifisch verschieden der auf Rumex Acetosa vorkommende, welchen Schröter Uromyces Acetosae genannt hat; wenigstens unterscheidet er sich durch die nicht stacheligen, sondern dicht vertieft punktirten Uredosporen. Auf den genannten Rumex-Arten kommt auch ein Aecidium vor, welches als Ae. Rumicis *Schlechtd.* bezeichnet worden ist; dieses pflegte man bisher als eine Generation des in Rede stehenden Rostes zu betrachten. Da Winter aber die oben erwähnte Puccinia arundinacea aus den Sporen des Aecidiums von Rumex Hydrolapathum cultivirte, so ist die Frage über die Beziehung der auf Rumex-Arten vorkommenden Aecidien zu dem Uromyces noch zu beantworten.

Rost der Runkelrüben.

3. Der Rost der Runkelrüben, Uromyces Betae *Tul.* Die Blätter bedecken sich im Sommer auf beiden Seiten mit zahllosen, rothbraunen, rundlichen Uredohäufchen (Uredo Betae *Pers.*), welche durch die sie anfangs

[1]) Sitzungsber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cult. 6. Nov. 1873. Desgl. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. I., Heft 3. 1875, pag. 7.

[2]) l. c. III., Heft 1. pag. 59.

überziehende, dann aufplatzende Epidermis hervorbrechen. Die dunkelbraunen Räschen der Teleutosporen, welche sich ganz wie die des Uromyces Rumicum verhalten, erscheinen theils in denselben Häufchen wie die Uredosporen, theils für sich aber an den Blattstielen. Die Blätter werden bei diesem Rostausschlag rasch gelb oder bräunlich und verderben. Kühn [1]) hat die Entwickelung dieses Pilzes verfolgt. Die Teleutosporen keimen im folgenden Frühling. Wenn ihre Sporidien auf Rübenblätter ausgesäet werden, so entwickelt sich in diesen ein Aecidium, welches mit seinen zahlreichen Becherchen und Spermogonien oft das ganze Blatt bedeckt. Man findet daher auch das Aecidium im Frühlinge besonders an den Samenrüben. Die Keimschläuche der Aecidiumsporen können durch die Spaltöffnungen in Rübenblätter eindringen und dann in diesen wieder die Uredoform erzeugen. Die zu ergreifenden Vorbeugungsmaßregeln werden hiernach bestehen im Verbrennen des alten rostigen Rübenstrohes und in sorgfältiger rascher Entfernung solcher Rübenblätter, an denen sich im Frühjahr Aecidien bemerklich machen.

Rost auf Ficaria etc.

4. Uromyces Ficariae *Lév.*, ein auf Ficaria ranunculoïdes sehr häufiger Rost, welcher dunkelbraune, staubartige Sporenhäufchen bildet, die in rundlichen Gruppen beisammen stehen, und zwar an correspondirenden Stellen beider Blattseiten, sowie auf den Blattstielen. Dieselben bestehen aus Teleutosporen, welche rund oder länglichrund, kurz gestielt und oben mit einem Spitzchen versehen sind und sich leicht ablösen. Dieselbe Nährpflanze wird sehr häufig von einem Aecidium befallen, welches aber, wie oben bemerkt, zu dem Uromyces Poae gehören soll. Ferner ist auf Aconitum Lycoctonum ein Uromyces Aconiti *Fuckel* bekannt.

Roste der Euphorbien.

5. Die Roste der Euphorbien. Wenn wir von dem in die Gattung Melampsora gehörigen Rostpilz absehen, so kennt man auf Euphorbia zwei Uredineenformen, die wegen der pathologischen Veränderungen, die sie bewirken, von hervorragendem Interresse sind, über deren entwickelungsgeschichtliche und biologische Verhältnisse aber dermalen noch ungelöste Widersprüche bestehen. Sehr verbreitet ist auf Euphorbia Cyparissias im Frühlinge das **Aecidium Euphorbiae** *Pers.* Das Mycelium durchzieht einen ganzen oberirdischen Sproß und zwar schon von dessen Jugendzustande an. Derselbe entwickelt sich in Folge dessen in einer ganz abweichenden Form, die kaum noch an die Wolfsmilch erinnert. Diese Sprosse bilden niemals Blüten, sondern sind bis zur Spitze mit Blättern besetzt, gewöhnlich erreichen sie die Höhe der normalen nicht ganz, wachsen gerade aufrecht, völlig unverzweigt; die Blattstellung ist unverändert, aber die Blätter sind nicht wie sonst genau lineal, schmal und langgestreckt, sondern kaum ein Drittheil so lang und länglichrund oder eirund. Alle diese Blätter sind auf der Unterseite vollständig mit den orangenrothen Aecidienbecherchen besetzt. Die ersten Blätter dieser Sprosse sind gewöhnlich noch annähernd normal; es folgen dann die abnormen, von denen die zuerst erscheinenden gewöhnlich nur mit zahlreichen, gelbbraunen, punktförmigen Spermogonien unterseits bedeckt sind, welche einen süßlichen Duft verbreiten, darauf kommen bis zur Spitze lauter aecidientragende Blätter. Der Sproß schließt in dieser Form ab, selten wächst seine Endknospe später unter Bildung normaler Blätter weiter. Diese kranken Sprosse haben wohlgebildetes Chlorophyll, die Stengel und Blattoberseiten sehen grün aus, und alle Organe sind vollkommen lebensthätig; aber bald nachdem die Sporen gereift sind,

[1]) Zeitschr. des landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1869. Nr. 2.

sterben diese Sprosse ab. Unter ganz ähnlichen Symptomen tritt **Uromyces scutellatus** *Lév.* auf Euphorbia Cyparissias und einigen verwandten Arten auf: die befallenen Triebe sind oberwärts ebenso mit lauter eirunden kurzen Blättern besetzt, aus deren Unterseite runde, braune, staubige Häufchen von Teleutosporen, welche ein leistenförmig verdicktes Episporium haben, hervorbrechen. Nach de Bary's [1]) Angaben würde das Aecidium ein selbständiger, nicht generationswechselnder Parasit sein, dessen Sporen sogleich nach der Reife keimfähig nach Art von Teleutosporen ein sporidientragendes Promycelium bilden; „aus den die Epidermiszellen der Nährpflanzen durchbohrenden Keimschläuchen der Sporidien entwickelt sich ein Mycelium, das nach Jahresfrist wiederum Spermogonien und Aecidien bildet; die Entwickelung der Uredo- und Teleutosporen fehlt gänzlich, sie wird gleichsam übersprungen.“ Andere Mycologen, wie Fuckel und früher Schröter haben dagegen, wiewol ohne experimentelle Begründung, das Aecidium als in den Entwickelungsgang des Uromyces gehörig betrachtet. Endlich ist vor Kurzem ein neuer Widerspruch aufgetaucht durch die Mittheilung Schröter's [2]), daß es ihm gelungen sei, aus den Sporen des Aecidiums der Wolfsmilch auf Erbsen, **Vicia Cracca** und **Lathyrus pratensis** den Uredozustand des unten zu nennenden Uromyces Pisi zu erzeugen. Die Frage kann unter diesen Umständen und mit Rücksicht auf das, was wir sonst von den Rosten der Papilionaceen wissen, als eine völlig erledigte noch nicht betrachtet werden. Der auf **Euphorbia Gerardiana** und **E. verrucosa** unter genau denselben Symptomen vorkommende Uromyces unterscheidet sich durch glatte Teleutosporen und ist daher als eigene Art U. laevis *Kcke.* (U. excavatus *Magn.*) bezeichnet worden. Auf denselben Nährpflanzen kommt auch das Aecidium wiederum unter denselben Erscheinungen vor, und dieses tritt sogar mit dem Uromyces vereinigt auf, so daß Schröter diese beiden als zusammengehörig und autöcisch betrachtet.[3])

Roste der Papilionaceen.

6. Die Roste der Papilionaceen sind eine Anzahl von Arten der Gattung Uromyces, die einander alle sehr ähnlich sind und deren specifische Unterscheidung im Laufe der Zeit wechselnd gewesen ist. Sie haben alle das Gemeinsame, daß auf der Unterseite oder auf beiden Seiten der Blätter kleine, runde rothbraune, staubige Häufchen von Uredosporen (Uredo Leguminosarum *Link*) hervorbrechen und darauf schwarzbraune Teleutosporenhäufchen an denselben Blättern, besonders an den Blattstielen und an den Stengeln erscheinen. Die davon befallenen Organe kränkeln und sterben um so eher ab, je zahlreichere Rosthäufchen auf ihnen entstanden sind. Ueber die Entwickelung und Biologie dieser Uredineen wissen wir das Meiste durch die Untersuchungen de Bary's [4]), welcher von den beiden Rosten auf **Vicia Faba** und **Phaseolus** nachgewiesen hat, daß das auf den nämlichen Nährpflanzen vorkommende Aecidium Leguminosarum *Rabenh.* in den Entwickelungskreis derselben gehört. Die Teleutosporen keimen in der Regel erst nach der Ueberwinterung; die Sporidien derselben dringen durch die Epidermiszellen in die Nährpflanze ein und bilden hier ein Mycelium, an welchem die Spermogonien und Aecidien erscheinen. Die Aecidiumsporen treiben ihre Keimschläuche durch die Spaltöffnungen in die Nährpflanze und bilden Mycelium, welches nach etwa einer Woche Uredo

---

[1]) Morphologie und Physiologie der Pilze etc. pag. 188.

[2]) Hedwigia 1875, pag. 98.

[3]) Vergl. Hedwigia 1877, pag. 68 ff.

[4]) Ann. sc. nat. 4. sér. T. XX.

hervorbringt. Auch die Keimschläuche der Uredosporen dringen durch die Spaltöffnungen ein, woraus wieder Uredo- und später Teleutosporen hervorgehen. Die Vorbeugungsmaßregeln gegen diese Krankheiten sind also darauf zu richten, daß alles rostige Stroh, vornehmlich das, worauf Teleutosporen sitzen, verbrannt und im Frühlinge die Blätter und Sprosse, auf welchen sich die ersten Aecidien zeigen sollten, abgerupft und entfernt werden. Folgendes sind unter Zugrundelegung der Klassification Schröters[1]) die bemerkenswerthesten Arten dieser Rostpilze in Europa, die zumeist auch in Nord-Amerika beobachtet worden sind, wo übrigens außerdem noch andere eigenthümliche Uredineen auf Papilionaceen vorkommen (Fig. 78). 1. Uromyces Viciae Fabae *Schröt.*, hauptsächlich auf Arten von Vicia, besonders auf der Saubohne, (Vicia Faba) und den Wicken (Vicia sativa), ferner auf Vicia Cracca, sepium, angustifolia etc., sowie auf Ervum lens und E. hirsutum, Orobus niger, O. vernus und O. tuberosus und Lathyrus palustris. Die Teleutosporen haften fest auf der Unterlage, haben einen Stiel, der länger als die Spore ist, und sind am Scheitel stark verdickt. Das auf denselben Nährpflanzen vorkommende Aecidium hat rothgelbe Sporen. 2. Uromyces apiculatus *Schröt.*, auf den angebauten Kleearten, als Trifolium pratense, repens, hybridum, montanum, wie der vorige, aber die Teleutosporen leicht abfallend, kurz gestielt und am Scheitel nicht verdickt. 3. Uromyces Phaseolorum *Tul.* (U. appendiculatus *Pers.* z. Th.), auf Arten von Phaseolus, die Teleutosporen leicht abfallend, kurz gestielt und am Scheitel in ein kurzes, halbkugeliges Anhängsel verdickt. Das Aecidium ebenfalls auf Gartenbohnen, mit fast weißen Sporen. 4. Uromyces striatus *Schröt.*, auf Medicago sativa, falcata, lupulina, minima, sowie Trifolium arvense und agrarium, Lotus corniculatus, Ervum lens, die Teleutosporen leicht abwischbar, kurz gestielt, meist mit kleinem Spitzchen und mit gewundenen, zarten Linien auf dem Epispоrium gezeichnet. Ein zugehöriges Aecidium auf diesen Nährpflanzen ist nicht bekannt. 5. Uromyces Anthyllidis *Schröt.*, auf Anthyllis vulneraria, Ononis spinosa und repens, Trigonella foenum graecum, die Teleutosporen kurz gestielt, mit erhabenen, stumpfen Warzen auf dem Episporium. Aecidium unbekannt. 6. Uromyces Lupini *Sacc.* auf den Lupinen, mit stacheligen, kurz gestielten Teleutosporen. Aecidium unbekannt. 7. Uromyces Pisi *Schröt.* auf Pisum sativum, Lathyrus sativus, pratensis, tuberosus, Aphaca etc. Die Teleutosporen leicht abgehend, mit langen, dünnen Stielchen und feinen vertieften Punkten auf dem Episporium. Das Aecidium dieses Pilzes soll nach Schröter's oben schon erwähnter Angabe das Aecidium Euphorbiae auf den Wolfsmilchpflanzen sein. Außerdem hat man noch unterschieden Uromyces punctatus *Schröt.* auf Astragalus glycyphyllus, Uromyces Cytisi *Schröt.* auf Cytisus, Genista und Oxytropis.

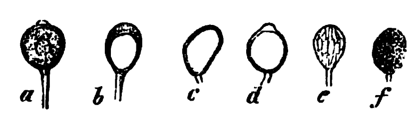


Fig. 78.
Teleutosporen der **Roste der Papilionaceen.** a Uromyces Pisi. — b U. Viciae (von Orobus tuberosus). — c U. apiculatus (von Trifolium hybridum). — d U. appendiculatus (von Phaseolus). — e U. striatus (von Trifolium arvense). — f U. punctatus (von Astragalus glycyphyllos). 200fach vergrößert.

---

[1]) Hedwigia 1875, pag. 161—162.

III. Triphragmium *Link.*

Diese Gattung ist charakterisirt durch gestielte, dreizellige Teleutosporen, deren drei Zellen in der Mitte zusammenstoßen (Fig. 79).

Rost auf Spiraea ulmaria.

Von den wenigen Arten ist Triphragmium Ulmariae *Link* auf Spiraea ulmaria die häufigste. An der Unterseite der Blätter brechen die Sporenhäufchen des Pilzes hervor, und daselbst röthet sich das Blatt, besonders an der Oberseite, und wird zuletzt mißfarbig und dürr. Zuerst erscheinen gelbröthliche Sporenhäufchen, welche aus Uredosporen (Uredo Ulmariae *Alb. et Schw.*) bestehen, in deren Begleitung Spermogonien an der oberen Seite des Blattes auftreten. Darnach bilden sich an der Stelle der Uredosporen die schwarzbraunen, abstäubenden Teleutosporen. Eine Aecidienform ist nicht bekannt; sie scheint zu fehlen oder vielmehr durch den Uredozustand vertreten zu werden, da sich die Spermogonien in dessen Begleitung finden.

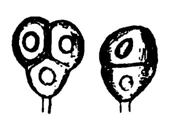


Fig. 79. Teleutosporen von **Triphragmium Ulmariae,** in zwei verschiedenen Stellungen. 200fach vergrößert.

IV. Phragmidium *Link.*

Gattungscharakter.

Die hierhergehörigen Rostpilze haben ebenfalls gestielte, aber vielzellige Teleutosporen, nämlich von walzenförmiger Gestalt und durch mehrere Querscheidewände in eine Reihe übereinanderstehender Zellen getheilt; die Stiele sind farblos, meist sehr lang, die Spore dunkelgefärbt. (Fig. 80). Dieselben bilden sich auf der Unterseite der Blätter. Ebendaselbst gehen ihnen unmittelbar voraus Uredosporen, welche ein lebhaft orangerothes Pulver in runden Häufchen oder in weit verbreiteten, oft fast die ganze Unterseite der Blätter bedeckenden Massen darstellen. Die Entwickelung dieser Pilze ist noch nicht verfolgt worden; man weiß nicht, ob sie ein Aecidium haben oder nicht. Die befallenen Blätter, besonders die mit den Sporenhäufchen besetzten Stellen, ändern ihre Farbe in Gelb oder Roth. Als einziges Mittel gegen diese Roste ließe sich bis jetzt nur die Vernichtung aller mit den Teleutosporen besetzten Theile vor dem Eintritt des Winters anempfehlen. Die bemerkenswerthesten hierher gehörigen Krankheiten sind folgende.

Rost der Potentillen.

1. Phragmidium obtusum *Schm. et Kze.* Rost der Potentillen. Auf Potentilla argentea, verna und anderen Arten. Die Teleutosporen sind 4- bis 5zellig, glatt, ohne Spitzchen am Ende, der Stiel länger als die Spore. Sie erscheinen in kleinen, runden Häufchen auf der Unterseite der Blätter und der Nebenblätter und an den Blattstielen, besonders an den unteren Blättern, oft schon während dieselben noch von den Uredosporen (Uredo Potentillarum *DC.*) roth bestäubt sind. An einigen Potentillen hat man noch andere, wiewol sehr ähnliche Arten von Phragmidium unterschieden.

Rost der Brombeersträucher.

2. Ph. incrassatum *Link* (Ph. ruborum *Wallr.*). Rost der Brombeersträucher, besonders auf Rubus fruticosus und caesius im Herbst. An der Unterseite der Blätter werden zuerst die brennend orangerothen Staub-

massen der Uredosporen (Uredo Ruborum *DC.*) sichtbar, welche Anfangs runde Häufchen bilden, aber in dem Filz des Blattes hängen bleibend, oft ein großes Stück der Blattfläche bedecken. Sehr bald erscheinen daselbst die tief schwarzen, zuletzt ziemlich großen und zahlreichen Räschen der Teleutosporen. Letztere sind 4 bis 7zellig, cylindrisch, am Scheitel abgerundet, warzig verdickt; der Stiel ist am Grunde deutlich angeschwollen. Das Blatt ist an jedem Punkte, wo es unterseits ein Teleutosporenhäufchen trägt, an der Oberseite intensiv purpurroth gefleckt; später stirbt das Centrum dieser Flecken ab unter Bräunung und bleibt von einem purpurrothen Hof gesäumt. Unter diesen Veränderungen verderben die Blätter vorzeitig.

Rost der Rosen.

3. Ph. Rosarum *Rabenh.* Rost der Rosen, an der cultivirten **Rosa centifolia**, sowie an den wildwachsenden Arten **R. canina, arvensis, gallica,** tomentosa etc. Der Uredo (Uredo Rosae *Pers.*) bildet auf der Unterseite der Blätter zahlreiche, runde Häufchen von Sporen, welche oft die ganze Blattunterseite lebhaft rothgelb bestäuben. Bald darnach treten ebendaselbst die schwarzen, unregelmäßig verbreiteten und zusammenfließenden Häufchen der Teleutosporen auf. Letztere stimmen mit denen des vorigen Rostes überein, sind aber meist 7- bis 9zellig und am Ende mit einem farblosen kegelförmigen Spitzchen versehen. Die befallenen Blätter vergilben allmählich, während die Teleutosporen sich auf ihnen entwickeln.

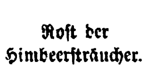


Fig. 80. Teleutospore von **Phragmidium Rosarum.**

Rost der Himbeersträucher.

4. Ph. intermedium *Ung.* Rost der Himbeersträucher. Dieser Rost unterscheidet sich von den vorigen Arten außer durch die Nährpflanze durch die sehr kleinen, auf der Unterseite der Blätter stehenden, zerstreuten Uredohäufchen, aus denen etwas später die ebenfalls sehr kleinen und zerstreuten, schwarzen Häufchen der Teleutosporen hervorbrechen. Diese haben einen am Grunde etwas angeschwollenen Stiel, sind 7- bis 10zellig und am Scheitel mit kurzem, breitem Spitzchen versehen. Bisweilen, keineswegs überall, geht diesen beiden Generationen auf der Oberseite des Blattes eine zweite Form von Uredo vorher: in gekrümmten oder ringförmigen Bogen stehende, der andern Uredo-Form durchaus gleiche Sporen (Uredo gyrosa *Rebent.*). Ob und in welcher Beziehung dieser Pilz zu jenen Formen steht, ist unbekannt. Die Himbeerblätter vergilben und bräunen sich schließlich, sobald einmal die Teleutosporen auf ihnen sich gebildet haben.

V. Xenodochus *Schlechtend.*

Rost auf Sanguisorba officinalis.

Diese Gattung hat ebenfalls schwarze, vielzellige Teleutosporen, die aber sehr kurz gestielt sind und aus 13 bis 23 Zellen bestehen, zwischen denen sie rosenkranzförmig eingeschnürt sind. Die einzige Art, Xenodochus carbonarius *Schlechtend.*, bildet den Rost auf Sanguisorba officinalis. Sie hat leuchtendrothe Uredoräschen, deren Sporen kettenförmig übereinander abgeschnürt werden und staubige, schwarze Teleutosporenhäufchen, beide an Blättern und Stengeln.

VI. Pileolaria *Cast.*

Rost der Pistacien.

Hierher gehört ein im südlichen Europa auf den Pistacien (Pistacia Terebinthus) vorkommender Rost, Pileolaria Terebinthi *Cast.*, der auf beiden Blattseiten erhabene, dunkle Räschen bildet. Diese bestehen aus Teleutosporen, die sich durch ihre äußerst langen, fadenförmigen, farblosen Stiele und durch eine einzige, abgeplattet kugelförmige, an der Ansatzstelle des Stieles etwas hutförmig eingedrückte, braune Sporenzelle auszeichnet. Wahrscheinlich gehört in den Entwicklungsgang dieses Pilzes ein mit Spermogonien zusammen vorkommender Uredozustand, der den Teleutosporen vorausgeht.[1])

VII. Gymnosporangium *DC.* und der Gitterrost der Kernobstgehölze.

Gymnosporangium auf Juniperus-Arten.

An den lebenden Stämmen und Aesten von Coniferen, besonders der Juniperus-Arten, kommt ein Rost vor, Gymnosporangium *DC.* oder Podisoma *Link*, von dem mehrere Arten unterschieden werden können. Gemeinsam ist diesen, daß sie in Form meist zahlreich beisammen stehender, ziemlich großer, 2—4 Cm. langer, 1—2 Cm. dicker, stumpf kegelförmiger, gelber bis brauner, bei Feuchtigkeit gallertartiger Fruchtkörper aus der Rinde hervorbrechen (Fig. 81 A). Diese Auswüchse bestehen aus zahlreichen, durch Gallerte zusammengehaltenen, farblosen, einzelligen Fäden, welche von der Basis gegen die Oberfläche der Auswüchse hin gerichtet sind und die Stiele der Sporen darstellen, die auf den Enden derselben stehen und daher zumeist an der Oberfläche sich befinden. Dieselben sind aus je zwei orangefarbenen, ungefähr kegelförmigen, mit den Grundflächen sich berührenden Zellen zusammengesetzt (Fig. 81 B). Dieselben ähneln daher in Hauptsache den Sporen der Puccinien und stellen wie diese den Teleutosporenzustand von Rostpilzen dar. Diese Sporenhäufchen erscheinen im Frühjahr; nach einiger Zeit verschleimen sie mehr oder weniger vollständig, indem die Aufquellung der Stiele fortschreitet. Sie verschwinden daher endlich und hinterlassen helle, von der aufgeborstenen Rinde umsäumte Narben. An denselben Stellen, wo die Fruchtkörper stehen, findet man das Mycelium des Pilzes im Innern der Rinde, die Zellen derselben umspinnend. Nach Cramer[2]) perennirt das Mycelium des Gymnosporangium fuscum in den einmal ergriffenen Stellen der Aeste der Juniperus Sabina und breitet sich weiter aus; schon Anfang November werden die für das nächste Jahr bestimmten Teleutosporenlager angelegt und sind als halbkugelige, roth-

[1]) Vergl. Schröter in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III., Heft 5. pag. 75.
[2]) Ueber den Gitterrost der Birnbäume. Solothurn 1876. pag. 7.

gelbe Auftreibungen zu erkennen. Die von dem Parasit befallenen Stellen der Aeste sind immer mehr oder minder angeschwollen. Der Pilz veranlaßt also eine Hypertrophie; Cramer[1]) giebt darüber Folgendes an. Dieselbe erstreckt sich nicht blos auf die Rinde, sondern auch auf das Holz, obwol in dieses sowenig wie in das Cambium Pilzfäden eindringen. An einer Geschwulst, welche 11 Jahresringe zeigte, waren diese sämmtlich verdickt, so daß also diese Stelle ebenso lange den Parasiten beherbergt haben mußte; die Rinde war 4 Mm. dick, unterhalb der Geschwulst nur 1 Mm. Die älteren Geschwülste sind oberflächlich von den Narben der alten Sporenlager aufgerissen, aber selbst an den dicksten Geschwülsten bekleidet noch eine zusammenhängende, tiefere Rindeschicht das Cambium, und der Holzkörper ist intact. Aus diesem Grunde und weil der Parasit die grünen Theile verschont, leiden die Pflanzen unter dieser Krankheit verhältnißmäßig wenig. Bei der Vermehrung der Juniperus Sabina durch Stecklinge hat man beobachtet, daß die Abkömmlinge kranker Individuen ebenfalls jene Fruchtkörper hervorbringen.

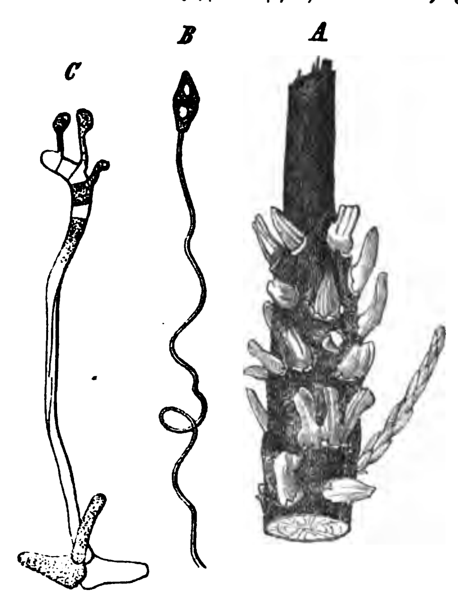


Fig. 81.

Gymnosporangium fuscum *DC.* A. Zweigstück von Juniperus Sabina mit einer verdickten Stelle, an welcher die (hier wenig aufgequollenen) Fruchtkörper des Pilzes hervorbrechen. Rechts ein grünes Zweiglein. Natürliche Größe. B Eine Teleutospore aus einem Fruchtkörper, 200 fach vergrößert. C Eine solche keimend, ein Promycelium bildend, an welchem Sporidien abgeschnürt werden. 250 fach vergrößert.

Gitterrost (Roestelia) der Kernobstgehölze.

Mit diesen Pilzen im Generationswechsel stehen Aecidiengenerationen, welche verschiedene Kernobstgehölze bewohnen und früher mit dem Gattungsnamen Roestelia *Rebent.*, Gitterrost, bezeichnet wurden. Sie verursachen an der Unterseite der Blätter und an jungen Früchten orangengelbe bis karminrothe, polsterartig verdickte Flecken, welche ganz diejenige Be-

[1]) l. c. pag. 8.

schaffenheit zeigen, die oben bei Gelegenheit des Aecidiums der Berberize für die von dieser Pilzgeneration hervorgebrachten Veränderungen angegeben worden ist; insbesondere auch das Verschwinden des Chlorophylls, die Vermehrung der Mesophyllzellen und Erfüllung derselben mit Stärkemehl. Zwischen den Zellen dieses hypertrophirten Theiles wachsen zahlreiche orangegelbe Myceliumfäden, und hier bilden sich auch endogen sowol die Spermogonien, deren Mündungen als zahlreiche, sehr kleine, orangerothe Wärzchen an der Oberseite des kranken Fleckens sichtbar werden, als auch die eigentlichen hier ziemlich großen und eigenthümlichen Aecidienfrüchte, welche auf der Unterseite der Blattgeschwulst, auf jungen Früchten aber oft an der ganzen Oberfläche derselben hervorbrechen. In ihrem Bau stimmen dieselben im Wesentlichen mit Aecidium überein (vergl. pag. 450); doch sind sie längere, röhrenförmige oder ellipsoïdische Behälter, deren einschichtig zellige Hülle (Peridie) gewöhnlich unterhalb der Spitze mit zahlreichen Längsspalten gitterförmig sich öffnet, um die Sporen austreten zu lassen. Letztere werden ebenfalls reihenweis übereinander von den Basidien abgeschnürt, jedoch so, daß allemal jede Spore mit einer später verschwindenden Zwischenzelle abwechselt. Zuletzt bleiben die entleerten Röstelien als vertrocknete Anhängsel auf dem Blatte bis zum Abfall desselben erhalten. Diese kranken Blattstellen erscheinen im Frühjahre, bald nachdem das Gymnosporangium auf seinen Nährpflanzen fructificirt hat, etwa

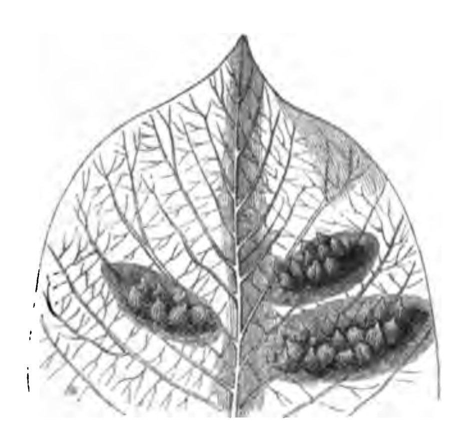


Fig. 82.
Ein Stück Birnblatt mit drei Polstern, auf denen die Früchte des **Gitterrostes** (Roestelia cancellata *Rebent.*) sitzen. Wenig vergrößert.

im Mai, anfangs als kaum einen Quadratmillimeter große, undeutliche Flecken oft in großer Anzahl an einem Blatte. Allmählich werden sie größer und deutlicher; zeitig erscheinen an ihrer Oberseite Spermogonien, deren Zahl mit Zunahme des Umfanges des Fleckens sich vergrößert; gegen Ende Juli erreichen die Flecken ihre volle Größe, beginnen polsterförmig anzuschwellen und ihre Röstelien zu entwickeln. Oft schon im Juli bekommen die befallenen Blätter auch an den vom Pilze nicht ergriffenen Stellen ein kränkliches Ansehen und werden mehr gelblich. Es werden also bei dieser Krankheit nicht nur die Blätter zur Assimilation unfähig, sondern es wird

auch zur Ausbildung der Blattgeschwülste ein ansehnliches Quantum assimilirter Nahrung der Pflanze entzogen. Es erklärt sich daher, daß ein Mindererertrag an Früchten die Folge ist, auch wenn diese selbst nicht vom Pilze angegriffen werden, daß also besonders bei Birnbäumen das meiste oder alles Obst vorzeitig abfällt; ja nach Cramer[1]) kann es sogar geschehen, daß wenn die Krankheit sich alljährlich wiederholt, der Baum gänzlich abstirbt.

Generationswechsel zwischen Gymnosporangium und Roestelia.

Daß die Teleutosporen des Gymnosporangium keimen, sobald sie reif sind, gewöhnlich schon in dem Schleim, in welchen die Sporenlager zerfließen, war schon Gasparrini[2]) bekannt und wurde von Tulasne[3]) genauer beobachtet. Jede Sporenzelle treibt aus den in der Nähe der Grenzwand beider Zellen zu 4 im Kreuz stehenden Keimporen einen oder mehrere Keimschläuche, die zu einem Promycelium werden, an welchem Sporidien sich bilden (Fig. 81 C), in der Weise, wie es oben für die Teleutosporen überhaupt beschrieben wurde. Daß durch diese vom Gymnosporangium stammenden Sporidien der Gitterrost auf den Pomaceen hervorgebracht wird, daß dieser also der Aecidienzustand jenes Rostes ist, wurde von Oersted[4]) bewiesen. Derselbe säete Sporidien des Gymnosporangium fuscum auf Birnbaumblätter aus und sah nach 7 Tagen an diesen Punkten gelbe Flecken auftreten, in denen sich das Mycelium nachweisen ließ und auf denen nach weiteren 2—3 Tagen Spermogonien der Roestelia sich zeigten. In der gleichen Weise hat Oersted[5]) auch die anderen bekannten Arten von Gymnosporangium auf Pomaceen mit Erfolg übertragen und so die zu diesen gehörigen Formen von Röstelien, deren ebenso viele auf Kernobstgehölzen vorkommen, nachgewiesen. Dagegen ist bis jetzt nicht ermittelt, wie und wo die Sporen der Röstelien sich weiter entwickeln. Da diese Früchte aber nach dem Gesagten die Aecidien des Gymnosporangium sind, so wird man nach Analogie der anderen heteröcischen Uredineen vermuthen dürfen, daß die Juniperus-Arten der geeignete Boden für ihre weitere Entwickelung sind und hier die Teleutosporenform aus ihnen hervorgeht. Wenn die Sache sich so verhalten sollte, so würden diese Parasiten nur zwei Generationen, nämlich keinen Uredozustand haben. Jedenfalls geht aus dem obigen hervor, daß der Rost der Kernobstgehölze alljährlich durch die auf den Juniperus-Arten gebildeten Teleutosporen erzeugt wird. Die unten anzuführenden Beobachtungen über das Auftreten des Gitterostes

[1]) l. c. pag. 4.

[2]) Vergl. Reeß, Rostpilzformen der deutschen Coniferen. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. Halle XI. pag. 59.

[3]) Ann. sc. nat. 4. sèr. T. II. 1854.

[4]) Bot. Zeitg. 1865, pag. 291.

[5]) Bot. Zeitg. 1867, pag. 222.

geben dafür auch die Bestätigung im Großen. Das einzige Mittel, diesen Rost zu verhüten, ist daher nach den gegenwärtigen Kenntnissen nur die sorgfältigste Entfernung aller mit dem Pilze bedeckten Juniperusäste oder die gänzliche Ausrottung dieser Nährpflanzen in der Nähe der Obstbäume. Die einheimischen 3 Species von Gymnosporangium, die aber auch außerhalb Europas, so in Nord-Amerika, beobachtet worden sind, führen wir hier zusammen mit ihren zugehörigen ebendaselbst vorkommenden Gitterrosten auf.

Gymnosporangium fuscum und der Gitterrost der Birnbäume.

1. Gymnosporangium fuscum *DC.* (Podisoma fuscum *Corda*), auf dem Sadebaum (Juniperus Sabina), desgleichen auf Juniperus oxycedrus, virginiana, phoenicea, sowie auf Pinus halepensis beobachtet, mit kegelförmigen oder cylindrischen, orangefarbenen Fruchtkörpern, deren Sporen sehr lang gestielt, und theils ungefähr rund und braun, theils gestreckt spindelförmig und gelb sind. Zu ihm gehört der Gitterrost der Birnbäume (Roestelia cancellata *Rebent.*), welcher auf der Unterseite polsterförmig angeschwollener Blattflecken, seltener auf jungen Früchten sitzt und ellipsoïdische, blaßgelbe bis 3 Mm. lange Peridien hat, die mit Längsspalten gitterförmig unter dem mützenartig ganz bleibenden Scheitel sich öffnen. Die durch diesen Pilz verursachten Krankheitserscheinungen sind oben schon erwähnt worden. Die Beobachtungen, welche über das Auftreten dieser Krankheit der Birnbäume gemacht worden sind, bestätigen durchaus, daß dieselbe durch in der Nähe stehende, Gymnosporangium tragende Sadebäume verursacht wird. Oersted beobachtete sie in Gärten, in denen Sadebaumbüsche angepflanzt waren, welche den Pilz hatten; auch berichtet er, daß auf der Insel Seeland erst seit der Einführung der Juniperus Sabina der Birnrost alljährlich sich zeige. Sehr verbreitet ist die Krankheit in der Schweiz, wo sie in vielen Ortschaften epidemisch ist und der Obstertrag durch sie erheblich zurückgegangen ist. Cramer[1]) hat hier mehrfach überzeugend nachweisen können, wie die in der Schweiz zur Einfriedigung beliebten Hecken aus Sadebaum (Sevi der Schweizer), die in Menge das Gymnosporangium tragen, die nächststehenden Obstbäume am stärksten anstecken und wie der Grad der Erkrankung wesentlich durch die Entfernung vom Infectionsherd und die herrschende Windrichtung bedingt wird.

G. clavariaeforme und der Apfelrost.

2. G. clavariaeforme *DC.* auf dem gemeinen Wachholder, mit gelben, cylindrischen oder bandförmigen, oft gekrümmten Fruchtkörpern und sehr lang gestielten, schlank spindelförmigen Sporen. Das zugehörige Aecidium ist der Apfelrost (Roestelia penicillata *Fr.*), welcher die Apfelbäume, aber auch die Mispel (Mespilus germanica), Zwergmispel (Sorbus Chamaemespilus), den Mehlbeerbaum (Sorbus Aria) und die Weißdornarten befällt. Er bildet langhalsige, bis 6 Mm. lange, von der Spitze an bis zur Basis in Fasern zerreißende Peridien auf den Blättern und auf den jungen Früchten. Man unterschied auch noch eine, besonders auf Mispel und Weißdorn vorkommende Form als Roestelia lacerata *Sow.*, deren Peridien nicht bis zur Basis herab gespalten sind; sie ist aber nicht specifisch verschieden, denn Oersted hat auch diese Form aus den Sporen von Gymnosporangium clavariaeforme erzogen.

---

[1]) l. c. pag. 9 ff.

G. conicum und der Ebereschenrost.

3. G. conicum *DC.*, ebenfalls auf dem gemeinen Wachholder, aber mit mehr kegelförmigen oder halbkugeligen, fast goldgelben Fruchtkörpern und kürzer gestielten, theils braunen und größeren, theils gelben und kleineren Sporen. Zu ihm gehört der Ebereschenrost (Roestelia cornuta *Ehrh.*), der auf Sorbus Aucuparia und torminalis, sowie auf Aronia rotundifolia, sehr langhalsige, oft hornartig gekrümmte, nur an der Spitze zerreißende Peridien bildet und dem Laub dieser Gehölze ebenfalls sehr schädlich ist.

VII. Der Fichtennadelrost (Chrysomyxa abietis *Ung.*).

Fichtennadelrost.

Die Gattungs-Charaktere von Chrysomyxa liegen in dem orangegelben, fleischigen, unter der Epidermis der Nährpflanze sich bildenden und durch dieselbe hervorbrechenden Lager der Teleutosporen, welche cylindrisch, fast fadenförmig, büschelförmig verzweigt und durch Querscheidewände in mehrere übereinanderstehende Zellen getheilt sind, deren Protoplasma durch ein orangegelbes Oel gefärbt ist.

Der in der Ueberschrift genannte Pilz bewohnt nur die Fichte und ist die Ursache der unter dem Namen Fichtennadelrost oder Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln, wol auch Gelbsucht der Fichten bekannten Krankheit. An den diesjährigen Nadeln bilden sich von Ende Juni an, wenn dieselben noch weich sind, in der ganzen Breite derselben strohgelbe Ringe oder Querbinden. Der übrige Theil des Blattes behält die grüne Farbe, und in diesem Zustande bleiben die Nadeln an den Zweigen bis zum folgenden Frühjahr. In den gelben Flecken wird das Teleutosporenlager schon im October oder November angelegt; aber erst im Mai erreicht es seine Ausbildung: auf den nun zweijährigen kranken Nadeln brechen auf der Unterseite an den gelben Flecken linienförmige, den zu beiden Seiten der Mittelrippe laufenden Spaltöffnungsreihen entsprechende, mit der Unterlage fest verwachsene, orangerothe Polster hervor. Die gelben Flecken nehmen bald nur ein kleines Stück, bald den größeren Theil der Nadel oder selbst die ganze Nadel ein; immer erstreckt sich das Teleutosporenlager nahezu über die ganze Länge des kranken Theiles und kommt nur auf diesem vor. Es bildet sich unter der Epidermis und der subepidermalen, dickwandigen Zellschicht und durchbricht beide. Das Parenchym der kranken Stellen ist reichlich durchwuchert von den verästelten, septirten und gelbe Oeltropfen führenden Myceliumfäden; diese treffen unter den Sporenlagern zahlreich zusammen und verflechten sich; aus diesem Geflecht erheben sich die oben beschriebenen Sporen. Nach erlangter Reife keimen dieselben noch auf den am Zweige stehenden kranken Nadeln, nach der Keimung vertrocknen die Teleutosporenlager, und die kranken Nadeln werden jetzt dürr und fallen ab. In diesem Verlust einjähriger Nadeln liegt der schädliche Charakter der Krankheit. An den Zweigen, die von dem Roste ergriffen sind, ist in der Regel die Mehrzahl der einjährigen Nadeln gelb

und geht also verloren. Die Krankheit befällt die Fichten in jedem Lebensalter, nicht bloß hochstämmige, sondern auch strauchförmige Pflanzen, und sogar an jungen Saaten ist sie beobachtet worden.

Der Entwickelungsgang des Parasiten ist von Reeß[1]) verfolgt worden, Darnach existirt der Pilz nur in der Teleutosporenform; ihm fehlen Uredo und Aecidium. Bei der Keimung, die unter günstigen Feuchtigkeitsbedingungen stattfindet, treiben einzelne Zellen der Sporen ein kurzes Promycelium, welches aus mehreren Gliederzellen besteht, an denen seitlich einzelne Sporidien abgeschnürt werden. Auf ganz junge Fichtennadeln gebracht, wie sich solche zur Zeit, wo die Teleutosporen keimen, an den Zweigen befinden, treiben die Sporidien einen Keimschlauch, welcher die Epidermiszellen der jungen Nadeln durchbohrt und ins Innere derselben eindringt. Reeß hat durch solche Aussaaten auf gesunde Fichten das Mycelium des Pilzes, die Krankheit und die Teleutosporenlager in den Nadeln erzeugen können. Das Mycelium überschreitet den Punkt seines Eintrittes nicht weit, die Krankheit ist daher auf eine Stelle der Nadel localisirt; in den eigentlich perennirenden Theilen der Nährpflanze lebt das Mycelium nicht, muß sich also alljährlich von neuem erzeugen. In den Zellen des befallenen Gewebes verschwindet das Chlorophyll alsbald, dafür bildet sich in denselben zeitiger als im gesunden Blatte Stärkemehl in Menge, doch wird dasselbe später wieder vom Pilz verzehrt.

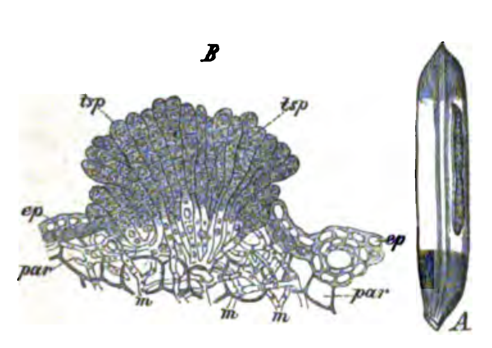


Fig. 83.

Der Fichtennadelrost (Chrysomyxa abietis *Ung.*) A Eine kranke Fichtennadel; auf der rechten Hälfte des gelben Fleckens mit einem hervorgebrochenen rothen Sporenlager. B Durchschnitt durch ein Sporenlager tsp; ep Epidermis, par Parenchym der Nadel; m Myceliumfäden, welche zahlreich nach dem Sporenlager hin laufen. 200fach vergrößert. Nach Reeß.

Zur Bekämpfung der Krankheit muß in stark ergriffenen Beständen alles kranke Holz rechtzeitig, d. h. vor der im Frühjahr erfolgenden Bildung der Sporen, abgeräumt werden.

Auf den Fichtennadelrost wurde man zuerst im Jahre 1831[2]) im Harz

[1]) Bot. Zeitg. 1865, Nr. 51 u. 52, und besonders: Rostpilzformen der deutschen Coniferen in Abh. d. naturf. Ges. Halle XI. Bd. pag. 80.

[2]) Vergl. v. Berg, Ueber das Gelbwerden der Fichtennadeln am Harze. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1831, pag. 494.

aufmerksam, wo er in großer Ausdehnung und besorgnißerregend auftrat, stellenweise in solchem Grade, daß oft ganze Berghänge gelb erschienen; er zeigte sich sowol auf den Höhen wie in den Thälern, in geschützter wie in exponirter Lage, an einzelnen Bäumen wie in den Beständen, auf trockenem wie auf feuchtem Boden. Einen so hohen Grad hat die Krankheit dort seitdem wol nicht wieder erreicht, und die Befürchtungen sind sehr übertrieben worden. Aber die Krankheit ist auch heute noch im Harz verbreitet, wenn auch wenig intensiv, und die Möglichkeit eines stärkeren Ausbruches ist dauernd gegeben. Sie begleitet die Fichte dort von den Thälern an bis zur Baumgrenze, ich fand sie auch noch am Gipfel des Brockens an den Zwergfichten. Im Jahre 1850 bemerkte man den Rost auch bei Tharand und anderen Orten des Erzgebirges[1]) und gegenwärtig noch ist er durch dieses Gebirge stellenweise anzutreffen. Nach anderweiten von Reeß[2]) zusammengestellten Notizen hat man ihn auch in Thüringen, bei Halle, in Oberhessen, im Odenwald, im Schwarzwald, um München und bei Gratz gefunden; aus dem Riesengebirge wird er von Schröter angegeben. Während er aber im Norddeutschen Gebirge bis an die Baumgrenze hinaufgeht, scheint er in den eigentlichen Alpenländern in der Fichtenregion durch das Aecidium abietinum (pag. 493) vertreten zu werden; ich habe ihn wenigstens im Berchtesgadener Land, im Pongau und Pinzgau nirgends finden können. Von Rostrup[3]) wird die Krankheit in Dänemark angegeben.

VIII. Coleosporium *Lév.* und der Kiefernblasenrost.

Gattungscharakter von Coleosporium.

Die Gattung Coleosporium hat ebenfalls rothe Teleutosporenlager, welche sich unter der Epidermis bilden und cylindrische oder keulenförmige, durch Querscheidewände mehrzellige, nicht gestielte und dicht gedrängt beisammen und mit der Längsachse rechtwinkelig zur Oberfläche des Pflanzentheiles stehende Sporen haben, dieselben sind aber nicht verzweigt und bleiben dauernd von der Epidermis bedeckt. Ihnen voraus gehend oder mit ihnen gleichzeitig treten auf denselben Blättern orangegelbe, staubige Uredohäufchen auf, die keine Peridie und Paraphysen haben und in denen die runden, mit stacheligem Episporium versehenen Sporen, abweichend von anderen Uredoformen, kettenförmig zu mehreren von jeder Basidie abgeschnürt werden. Beide Sporenlager bilden sich an der Unterseite der Blätter. Solcher Rostpilze kennt man mehrere Arten, die auf verschiedenen Pflanzen, hauptsächlich Kräutern vorkommen und nach diesen unterschieden werden, obwol sie an und für sich kaum Unterschiede zeigen. Einer dieser Roste, den wir im Folgenden voranstellen, interessirt besonders aus dem Grunde, weil von ihm ein heteröcisches Aecidium bekannt ist, welches derselbe auf der Kiefer bildet und wodurch er zum Urheber einer eigenthümlichen Rostkrankheit dieses Baumes wird.

---

1) Vergl. Stein, Tharander Jahrbuch 1853, pag. 108 ff.

2) l. c. pag. 81.

3) Citirt in Just, bot. Jahresb. f. 1877 pag. 130.

Coleosporium Senecionis und der Kiefernblasenrost. — Der Kienzopf und der Kiefernnadelrost.

1. **Coleosporium Compositarum** *Lév.* Dieser Name gilt als Collectivbezeichnung für eine Anzahl auf verschiedenen Compositen vorkommender Rostformen, die man nach den Nährpflanzen in einzelne Arten getrennt hat, als C. Senecionis *Fr.*, sehr häufig im Sommer bis in den Herbst auf Senecio viscosus, silvaticus, vulgaris, C. Sonchi *Tul.*, auf unseren Sonchusarten, C. Tussilaginis *Lév.*, auf Tussilago und Petasites, C. Cacaliae *Fuckel*, auf Adenostyles albifrons, C. Inulae *Fuckel* auf Inula salicina. Aecidien und Spermogonien kommen nicht mit diesen Pilzen zusammen vor. Erst neuerlich ist für einen derselben, Coleosporium Senecionis, nachgewiesen worden, daß er sein Aecidium auf einer fremden Nährpflanze hat. Nach Wolff[1]) ist dieses nämlich der Kiefernblasenrost, **Peridermium Pini** *Wallr.* (Aecidium Pini *Pers.*). Dieser ist von den gewöhnlichen Aecidienformen durch relativ große blasen- oder schlauchförmige, unregelmäßig zerreißende Peridien unterschieden. In denselben entstehen die Sporen durch kettenförmige Abschnürung, wobei zwischen den Sporen jeder Kette Zwischenstücke, gebildet aus einer gallertigen Membranlamelle, vorhanden sind. Dieser Parasit lebt in zwei Formen auf zweierlei Theilen der Kiefer, wonach er auch zwei verschiedene Krankheitserscheinungen hervorruft. Der die Aeste und Zweige bewohnende Pilz (Peridermium Pini a. corticola) hat zahlreiche, nebeneinander stehende, 3—6 Mm. große, blasenförmige oder sackartig erweiterte gelblichweiße Peridien, welche das orangegelbe Sporenpulver enthalten und auf ihren Basidien die Sporen zu 20 und mehr in einer Reihe tragen. Diese Früchte brechen aus der Borke hervor, die dadurch rissig und rauh wird und gewöhnlich bald Harzergüsse austreten läßt. Die Krankheitserscheinungen sind genauer von R. Hartig[2]) untersucht worden. Fructificirend zeigt sich der Blasenrost gewöhnlich an den wenigjährigen Zweigen jüngerer Kiefern, und solche Zweige sterben bald ab; junge Pflanzen können dadurch bald zu Grunde gehen. Aber auch die in älteren Kiefernbeständen häufig vorkommenden Krankheitszustände, welche die Forstleute mit dem Namen Krebs, Räude oder Brand der Kiefer, oder als Kienpest oder Kienzopf bezeichnen, hat R. Hartig als durch das Mycelium dieses Pilzes, der hier nur nicht immer fructificirt, veranlaßt nachgewiesen. Das Mycelium ist hauptsächlich im Bastkörper zu finden, wo es intercellular zwischen den Parenchymzellen und den Siebröhren wächst und zahlreiche Haustorien ins Innere der Parenchymzellen sendet. Durch die Markstrahlen gelangen die Myceliumfäden auch in den Holzkörper; hier ist ein Verkienen des Holzes, soweit es vom Mycelium ergriffen ist, eine Erfüllung der Zellen mit Terpenthin, zum Theil eine Zerstörung der Harzkanäle und ein Ausfließen des Terpenthins nach Außen die Folge. Eine Bildung von Jahresringen erfolgt an solchen Stellen nicht mehr, und der Ast oder Stamm wächst nur noch an derjenigen Seite in die Dicke, welche vom Pilze nicht ergriffen ist. Von der zuerst befallenen Stelle verbreitet sich aber das Mycelium, wenn auch nur langsam, im Bast allseitig weiter. Nach R. Hartig kann das Mycelium und die Krankheit den Stamm in seinem ganzen Umfange in einigen Jahren umklammern; oft aber bedarf es dazu eines Zeitraumes von 50 und mehr Jahren. Wenn es soweit gekommen ist, so stirbt der über der krebsigen Stelle liegende Stammtheil, dann Zopf genannt, ab.

[1]) Bot. Zeitg. 1874, und besonders: Landwirthsch. Jahrb. 1877, pag. 723 ff.

[2]) Bot. Zeitg. 1873, pag. 355, und besonders: Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874.

Betrifft dies nur den oberen Theil der Krone, so daß darunter noch belaubte Aeste stehen, so bleibt der Baum am Leben, und es tritt oft die bekannte Erscheinung nach Verlust des Gipfeltriebes ein, daß ein oberster Ast sich aufwärts krümmt und das Höhenwachsthum übernimmt. Wenn aber der Kienzopf unterhalb der Krone sich bildet, so geht nach Verlust der letzteren der ganze Stamm zu Grunde. Die Krankheit scheint ebensoweit wie die Kiefer selbst verbreitet zu sein. Neuerdings ist sie auch auf Pinus Strobus in Finland verheerend aufgetreten.[1]) Auch von Pinus-Arten im Himalaya ist der Pilz bekannt.[2]) — Die andere auf den Nadeln der Kiefer lebende Form des Blasenrostes (Peridermium Pini b. acicola) hat nur 2 bis $2^1/_2$ Mm. hohe, etwas flach zusammengedrückte, übrigens denen der vorigen Form gleichende Peridien, welche einzeln oder zu mehreren in einer Reihe auf den Nadeln stehen. Dieser Kiefernnadelrost zeigt sich im Juni und Juli an den einjährigen Nadeln; diese sind an den Stellen, wo sie die Peridien tragen, gelblich entfärbt. Letztere brechen durch die Epidermis aus der unteren wie oberen Seite der Nadel hervor; das Mycelium wuchert im Mesophyll. Diese Krankheitsform hat nur den vorzeitigen Verlust von Nadeln zur Folge. An dem oben citirten Orte hat Wolff mitgetheilt, daß es ihm gelungen ist, nach Aussaat der Sporen, sowol der nadeln- wie der rindebewohnenden Form des Peridermium, auf Stöcke von Senecio viscosus und silvaticus die Sporen keimen, die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen der Pflanzen eindringen und in den Blättern nach 1 bis 2 Wochen zu sporenbildendem Coleosporium sich entwickeln zu sehen. Vergleichende Infectionsversuche mit anderen Compositen gelangen nicht. Darnach sind die beiden auf den Nadeln und der Rinde wachsenden Formen identisch und scheinen nur mit dem auf den Senecio-Arten, nicht mit den auf anderen Compositen vorkommenden Coleosporium-Formen im Generationswechsel zu stehen. Die Keimung der Teleutosporen von Coleosporium, die schon seit Tulasne bekannt ist, besteht in der Bildung eines sporidientragenden Promyceliums, welches von jeder Zelle der Spore getrieben werden kann. Sie erfolgt schon im Sommer sobald die Teleutosporen reif sind, unter den geeigneten Bedingungen. Wolff fand, daß man durch Aussaat der Sporidien auf Senecio-Pflanzen das Coleosporium nicht wieder erzeugen kann, daß hingegen durch die Uredosporen der Pilz leicht auf diesen Nährpflanzen fortgepflanzt wird. Es bleibt daher nur die freilich noch zu erweisende Vermuthung übrig, daß die Sporidien den geeigneten Boden für ihre weitere Entwickelung auf der Kiefer finden und dort den Blasenrost als ihr Aecidium erzeugen. Wenn sich dies bestätigt, so würde als Prophylaxis vorzuschreiben sein, die genannten beiden Senecio-Arten welche in Kiefernwäldern, besonders auf Holzschlägen gemein sind und oft epidemisch an Rost leiden, auszurotten. Das Auftreten von Coleosporium an Senecio vulgaris in Gegenden ohne Kiefern und Blasenrost ließe sich vielleicht daraus erklären, daß auf dieser fast den ganzen Winter grünenden Pflanze der Pilz perennirt und mit keimfähigen Uredosporen durch den Winter kommt; ich fand auch wirklich noch spät im November auf ihr frische Uredohäufchen. Auch Wolff giebt das Perenniren des Pilzes in den Blattrosetten von Senecio viscosus und silvaticus an.

Rost auf Campanulaceen.

2. Coleosporium Campanulacearum *Fr.*, auf den meisten

[1]) Just, Bot. Jahresber. f. 1876, pag. 98.
[2]) Bull. de la soc. bot. de France 1877, pag. 314.

Campanula-Arten, sehr häufig auf Campanula rotundifolia, desgleichen auf Phyteuma spicatum.

Rost auf Rhinanthaceen.

3. **Coleosporium Rhinanthacearum** *Fr.*, auf den meisten Rhinanthaceen, besonders Melampyrum-, Alectorolophus- und Euphrasia-Arten.

Rost auf Ericaceen und auf Farnkräutern.

4. Wahrscheinlich gehört hierher auch eine Anzahl Rostformen auf Ericaceen, die bisher nur im Uredozustand bekannt waren, der aber die für die Coleosporien charakteristische Beschaffenheit hat. Sicher ist das für Uredo Ledi *Alb.* et *Schw.* auf der Unterseite der Blätter von Ledum palustre. Schröter[1]) hat das dazu gehörige Coleosporium Ledi aufgefunden. Das Mycelium überwintert in den Blättern des Ledum und bringt (abweichend von den anderen Coleosporium-Arten) vor den Uredosporen, schon zeitig im Frühling die rothen, polsterförmigen Lager der Teleutosporen auf der Unterseite der Blätter hervor. Die Teleutosporen keimen sogleich nach der Reife mit Sporidien. Erst dann, vielleicht in Folge des Eindringens der Sporidienkeime, erscheinen die Uredohäufchen. Ein Aecidium ist noch nicht bekannt. Ganz übereinstimmend mit dem Uredozustand des Ledum ist der durch die ganze Alpenkette verbreitete, nur in der Uredoform bekannte[2]) Rost des Rhododendron ferrugineum (Uredo Rhododendri *Bory*). Auch der Rost der Heidelbeersträucher (Uredo Vacciniorum *Rabenh.*), der sehr kleine rundliche, gelbe Häufchen auf der Unterseite der Blätter von Vaccinium Myrtillus und uliginosum bildet, könnte hierher gehören. Ebenso unentschieden ist es, ob der Rost der Farnkräuter (Uredo Filicum *Klotsch*) hierher zu rechnen ist, der an verschiedenen Farnen vorkommt, besonders an Cystopteris fragilis und Phegopteris dryopteris: er bildet an der Unterseite der Wedel rundliche, gelbe, anfangs mit einer Peridie bedeckte, und mit Paraphysen versehene Sporenhäufchen.

IX. Melampsora *Cast.*

Gattungscharakter und Entwickelungsgang des Pilzes.

Die in die Gattung Melampsora gehörigen Rostpilze bilden ihre Teleutosporen mit einander gewebeartig verbunden zu einer einfachen parenchymatischen Zellenschicht, welche mit dem Gewebe der Nährpflanze fest verwachsen bleibt und entweder unmittelbar unter der Epidermis oder bei Pflanzen, welche geräumige Epidermiszellen besitzen, in denselben sich befindet. Die Sporen sind cylindrische oder prismatische, einfache Zellen, welche alle mit ihrer Achse rechtwinkelig zur Oberfläche des Pflanzentheiles gestellt sind; da, wo sie unter der Epidermis sich bilden, ist ihre Länge meist mehrmals größer als ihre Breite, da, wo sie in den Epidermiszellen entstehen, richtet sich ihre Länge nach der Tiefe dieser. Die Seitenwände, mit denen diese Sporen aneinander grenzen, sind wie bei einem Parenchym homogene gemeinschaftliche Membranen. An der unteren Fläche steht diese Gewebeschicht mit den Myceliumfäden im Zusammenhange, welche das Innere des Pflanzentheiles durchziehen (Fig. 84 A).

---

[1]) Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. III. Heft. 1. pag. 53.

[2]) Vergleiche jedoch unten die Anmerkung zu Aecidium abietinum.

Die Membranen der Sporen sind mehr oder minder braun gefärbt. Die ursprünglich angelegte Zahl dieser Sporenzellen wird während der Ausbildung noch vergrößert durch Theilung durch Längswände, die oft kreuzweis gegeneinander gerichtet sind, oft aber auch keine Regelmäßigkeit zeigen. Das Sporenlager sieht, da es unter oder in der Oberhaut liegt, mehr wie ein dunkelbrauner oder schwarzer Flecken des Pflanzentheiles aus. Es erscheint hier gewöhnlich erst gegen das Ende der Vegetationsperiode, wenn der befallene Theil durch den Pilz bereits in einen krankhaften Zustand versetzt worden ist; beim Abfallen oder Absterben des Pflanzentheiles hat es seine vollständige Ausbildung erreicht. Nach Ablauf des Winters keimen die Sporenlager an den auf dem Boden liegenden vorjährigen Pflanzentheilen, indem das Promycelium aus dem Scheitel der Sporen nach außen hervorwächst. Auf denselben Theilen, auf welchen der Pilz seine Teleutosporenlager reift, bildet er vorher Uredosporen in gelblichen bis rothgelben, abstäubenden Häufchen, welche das hauptsächliche Symptom der Krankheit sind. Die Stylosporen werden bei Melampsora einzeln, nicht kettenförmig auf den Basidien abgeschnürt. Die Entwickelung dieser Rostpilze ist von R. Hartig[1]) bei Melampsora salicina beobachtet worden: Derselbe fand, daß die Sporidien, welche im Frühjahr von den Teleutosporen gebildet werden, auf lebende Weidenblätter gesäet, an denselben den Pilz und die Krankheit wieder hervorbringen, sowie auch daß, wenn die Uredosporen im Sommer sogleich wieder auf gesunde Blätter gesäet werden, an letzteren nach 8 bis 10 Tagen die Krankheit auftritt. Aecidium und Spermogonien fehlen hiernach dem Weidenrost. Daß die anderen Arten von Melampsora sich ebenso verhalten, ist zwar nicht erwiesen, aber sehr wahrscheinlich. Die Maßregeln, welche zur Verhütung dieser Krankheiten Erfolg versprechen,

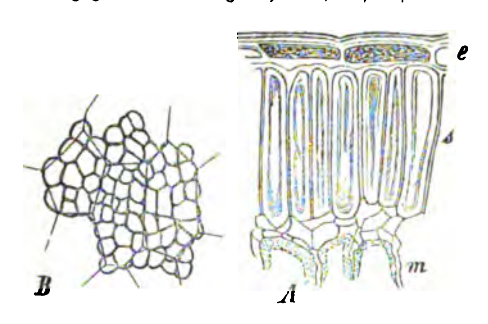


Fig. 84.

Teleutosporen des Pappelrostes (Melampsora populina *Lév.*). A Querdurchschnitt durch ein Teleutosporenlager. e Epidermis. s Teleutosporen, unten mit gegliederten Myceliumfäden zusammenhängend, welche sich (bei m) zwischen die Parenchymzellen des Blattes verlieren. 200fach vergrößert. B Teleutosporenlager von außen gesehen, um die Stellung der Sporen unter den in der Zeichnung angedeuteten Epidermiszellen zu zeigen. Vergrößerung ebenso.

[1]) Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874.

ergeben sich hiernach einfach von selbst. Folgendes sind die bemerkenswerthesten hierhergehörigen Krankheiten.

Leinrost.

1. **Melampsora lini** *Desm.*, der Leinrost, am Flachs und anderen Leinarten, bei uns besonders an Linum catharticum. Ungefähr zur Blütezeit der Pflanze erscheinen an den oberen Blättern die lebhaft rothgelben Rosthäufchen der Uredo (Uredo lini *DC.*), später an den unteren Blättern und an den unteren Stengeltheilen die Teleutosporenlager als schwarze, unregelmäßige Flecken. Die runden Uredohäufchen sind von einer Peridie wie bei den Aecidien umhüllt, welche sich zeitig in der Mitte unregelmäßig öffnet; die runden oder eckigen Sporen sind mit keulen- oder kolbenförmigen Paraphysen gemengt. Die Teleutosporen bilden sich unter der Epidermis. Der Parasit ist für seine Nährpflanzen überhaupt schädlich; für den Flachs noch besonders dadurch, daß durch seine Teleutosporenlager die Flachsfasern brüchig werden. Auf dieser Culturpflanze ist die Krankheit besonders in Belgien unter dem Namen le feu oder la brûlure du lin verbreitet und gefürchtet. Wir kennen zwar den Entwickelungsgang des Parasiten noch nicht, müssen aber vermuthen, daß er alljährlich aus den mit Teleutosporenlagern bedeckten vorjährigen Theilen der Leinpflanze seinen Anfang nimmt. Es ist nicht unmöglich, daß auch in die Samenernte, die von rostigen Feldern stammt, solche Fragmente mit gelangen, und also auch das Saatgut die Krankheit verbreiten kann; wenigstens sah Körnicke[1]) den Rost auf Pflanzen auftreten, die sich aus Samen entwickelt hatten, der aus Kopenhagen bezogen war, während alle anderen Leinbeete in demselben Garten verschont blieben und auch später aus derselben Quelle bezogene Samen abermals rostige Pflanzen lieferten. Der auf dem wildwachsenden Linum catharticum vorkommende Rostpilz ist mit dem des Flachses wol specifisch identisch, obgleich er in allen Theilen kleiner ist; aber es ist fraglich, ob er leicht auf den Flachs übergeht, denn in Deutschland ist er auf jener Pflanze ungemein häufig, auf dem Flachs nur sporadisch, in den meisten Ländern ganz unbekannt.

Rost auf Euphorbien.

2. **Melampsora Euphorbiae** *Cast.*, auf Euphorbia helioscopia, exigua, Peplus, Esula, Cyparissias u. a., bildet an den Blättern zuerst rothgelbe Uredohäufchen (Uredo Euphorbiae *Pers.*), welche mit denen der vorigen Art ganz übereinstimmen, etwas später an den Blättern und besonders an den Zweigen und Stengeln, diese bisweilen fast ganz schwärzend, die dunkeln Teleutosporenlager, die auch hier unter der Epidermis entstehen.

Weidenrost.

3. **Melampsora salicina** *Lév.*, der Weidenrost. Dieser Krankheit scheinen vielleicht alle Arten der Gattung Salix ausgesetzt zu sein. Unter den Bäumen und Großsträuchern, die im Tieflande wild wachsen und cultivirt werden, zeigt sie sich sehr häufig an Salix fragilis, alba, amygdalina, Caprea, aurita, cinerea, viminalis, purpurea. Sie befällt aber auch auf dem Hochgebirge die dort heimischen strauchförmigen Weiden; so sah ich sie auf Salix Lapponum im Riesengebirge bis an deren obere Grenze an der Schneekoppe, bei ca. 1560 M. sich erheben und traf sie in den Alpen auf den den Regionen über der Baumgrenze (zwischen 1600 und 1900 M.) angehörenden niedrigen Alpen- und Gletscherweiden, nämlich in den nördlichen Alpen (Watzmann) auf Salix retusa, in den Centralalpen auf Salix arbuscula, reticulata und retusa (aber nicht auf S. herbacea, auf der sie jedoch von

---

[1]) Hedwigia 1877, pag. 18.

Unger[1]) beobachtet worden ist), und zwar sowol in der Uredo- als in der Teleutosporenform, so daß der Pilz und die Krankheit auch in jenen Höhen wirklich heimisch sind und sich jährlich wiedererzeugen. Auch aus den Schweizeralpen wird das Vorkommen des Pilzes an Salix retusa angegeben. Wahrscheinlich ist die Krankheit mit den Weiden über alle Erdtheile verbreitet; denn auch vom Ural, aus Nordamerika und vom Cap ist der Pilz bekannt. Der Weidenrost zeigt sich im Sommer an den Blättern; fast immer nur an der Unterseite bilden sich zahlreiche, kleine, rundliche, jedoch oft zusammenfließende und oft einen großen Theil des Blattes bedeckende, lebhaft rothgelbe, staubige Häufchen von Uredosporen (früher unter den verschiedenen Bezeichnungen Uredo mixta *Dub.*, epitea *Kze.*, Vitellinae *D C.*, Caprearum *D C.*). Sie haben keine Peridie, enthalten aber außer den ungefähr kugeligen Sporen keulenförmige Paraphysen. Die Blätter werden an den von den Sporenhäufchen eingenommenen Stellen gelb oder röthlich oder braun; mehr und mehr nimmt das ganze Blatt ein mißfarbiges Aussehen an und stirbt ab, während es noch am Zweige sitzt; inzwischen bilden sich die subepidermalen Teleutosporenlager an der Oberseite, seltener auch an der Unterseite als anfangs röthlichbraune, später sich schwärzende Flecken. Die Krankheit kann die Weiden in jedem Lebensalter befallen; ich sah sie an Keimpflänzchen von Salix amygdalina, welche schon durch die Uredo, die sich hier hauptsächlich am Stengelchen und den Blattstielen entwickelt, fast vernichtet waren. Nach der bereits erwähnten von R. Hartig aufgeklärten Entwickelungsgeschichte des Pilzes muß die Verhütung der Krankheit besonders durch Vernichtung des mit den Teleutosporen besetzten herbstlichen Laubes der Weiden versucht werden.

Pappelrost.

4. **Melampsora populina** *Lév.*, der Pappelrost, auf Populus pyramidalis, nigra und monilifera, bildet an der Unterseite der Blätter im Sommer meist zahlreiche, kleine, runde, über die ganze Blattfläche zerstreute, gelbe Häufchen von Stylosporen (Uredo populina *Pers.*); dieselben haben eine Peridie und mit Paraphysen gemengte, langgestreckte, fast keilförmige Sporen. An allen Punkten, wo solche Häufchen stehen, bekommt das Blatt auch oberseits bald gelbliche Flecken, und auf den letzteren treten dann allmählich die ebenfalls ziemlich kleinen, aber zahlreichen, zuerst rothen, dann schwarzwerdenden, krustigen Flecken der Teleutosporenlager auf, die wiederum subepidermal entstehen. Die Blätter sterben dann, während sie noch am Zweige hängen, vorzeitig ab. Von diesem Pilz ist als eigene Art **Melampsora Tremulae** *Tul.*, auf Populus tremula und alba unterschieden worden, wegen der ungefähr kugeligen Uredosporen.

Birkenrost.

5. **Melampsora betulina** *Desm.*, der Birkenrost, im Sommer auf den Blättern der Birken unterseits kleine, aber überaus zahlreiche, gelbe Uredohäufchen bildend, denen der M. populina ganz gleich. Die zahllosen gelben oder röthlichen Fleckchen, welche durch die Sporenhäufchen auch oberseits verursacht werden, entfärben und verderben das Blatt fast völlig. Während des Absterbens entwickeln sich die Teleutosporenlager. Die Krankheit befällt die Birken in jedem Lebensalter, auch schon als Keimpflänzchen.

Rost auf Prunus Padus.

6. **Melampsora areolata** *Fr.* (Thecopsora sp. *Magnus*) auf den Blättern von Prunus Padus im Sommer. Die Blätter erkranken unter Auftreten vieler dunkelrother Flecken, welche auf beiden Seiten des übrigens noch grünen Blattes sichtbar sind. An der Unterseite zeigt sich meist auf jedem

[1]) Exantheme pag. 229.

dieser Flecken eine Gruppe sehr kleiner, punktförmiger, weißlichgelber Häufchen von Uredosporen. Diese haben eine Peredie, aber keine Paraphysen und bilden ei- oder kugelrunde Sporen. Auf denselben Flecken entstehen an der Oberseite etwas später die schwarzbraunen Teleutosporenlager, die sich von denjenigen aller übrigen Melampsora-Arten dadurch unterscheiden, daß sie innerhalb der Epidermiszellen sich bilden, so daß jede Epidermiszelle von mehreren Sporen fast ausgefüllt ist. Jede Sporenzelle theilt sich hier durch 4 kreuzweis stehende Längswände in eine Rosette von 4 Sporen, die in der centralen Ecke am Scheitel je einen deutlichen Keimporus haben; mitunter kommen auch höhere Theilungen vor; jede Epidermiszelle enthält eine oder mehrere Sporenrosetten. Während der Ausbildung der Teleutosporenlager erkrankt das ganze Blatt, färbt sich braun und stirbt noch am Zweige ab.

Auf Weißbuchen, Sorbus-Arten. Kirschbäumen.

7. Auch auf einigen anderen Holzpflanzen kommen Arten von Melampsora vor, die aber nur selten beobachtet worden und wenig bekannt sind, wie M. Carpini *Fuckel* in der Stylosporen- und Teleutosporenform auf Blättern der Weißbuchen, M. pallida *Rostr.*, auf der Blattunterseite von Sorbus Aucuparia blaßbraune Teleutosporenlager und an denselben Stellen oberseits kranke, bleiche Flecken hervorbringend, daher dem Laub sehr schädlich. M. Ariae *Fuckel* unter denselben Symptomen an Sorbus Aria und vielleicht mit dem vorigen identisch, was jedoch nach Fuckel's Beschreibung nicht zu entscheiden ist, endlich M. Cerasi *Schulzer* an den Blättern des Kirschbaumes in Ungarn und wol auch in Italien gefunden, in Deutschland vielleicht nicht bekannt.

Melampsorella Charyophyllacearum auf Stellaria.

8. Mit Melampsora ist nahe verwandt die Gattung Melampsorella *Schröt.*, deren Teleutosporenlager innerhalb der Epidermis sich bilden und von hellrother Farbe sind. Hierher gehört Melampsorella Caryophyllacearum *Schröt.* auf Stellaria uliginosa und S. Holostea. Sie erscheint zuerst in der Uredoform (Uredo Caryophyllacearum *Rabenh.*), dann in der Teleutosporenform auf den unteren Blättern.

X. Calyptospora *Kühn.*

Calyptospora Göppertiana auf den Preußelbeersträuchern.

Aus dieser Gattung ist nur ein einziger Parasit bekannt, die Calyptospora Göppertiana *Kühn* auf den Preußelbeersträuchern (Vaccinium Vitis idaea). Dieser Pilz kommt nur im Teleutosporenzustand vor, welcher mit Melampsora insofern übereinstimmt als die Teleutosporen in Form eines einschichtigen Lagers innerhalb der Epidermiszellen entstehen, so daß jede Zelle von mehreren prismatischen, mit der Längsachse rechtwinkelig zur Oberfläche gestellten, braunwandigen Sporen ausgefüllt ist (Fig. 85). Die Theilung der Sporenzellen durch Längswände geschieht nicht selten in kreuzweiser Richtung, so daß vierzellige Rosetten erkennbar sind, häufiger aber in keiner bestimmten Orientirung, so daß unregelmäßige Zellgruppen in der Epidermiszelle entstehen. Die Eigenthümlichkeit dieses Parasiten liegt aber in der Krankheitserscheinung, unter welcher er auftritt. Die Teleutosporenlager bilden sich nur in den Stengeln und zwar meist in der ganzen Ausdehnung derselben; diese Sprossen sind bis zu Gänsekieldicke angeschwollen, an ihrer fortwachsenden Spitze weißlich, an den

älteren Theilen korkbraun gefärbt. Die Geschwulst rührt her von einer Hypertrophie der Rinde, deren von den Myceliumhyphen umsponnene Zellen vermehrt und vergrößert sind zu einem schwammigen Gewebe und später sich bräunen. Die Blätter der kranken Sprosse sind meist normal gebildet; selbst der Blattstiel nimmt nicht an der Hypertrophie Theil, sondern ragt aus einem Grübchen der Rindegeschwulst hervor. An alten Büschen erkennt man, daß die Krankheit sich alljährlich an demselben Individuum wiederholt. Kühn hat die Keimung der Teleutosporen und die Bildung des Promyceliums mit 4 Sporidien beobachtet; doch ist über die weitere Entwickelung des Pilzes nichts bekannt.

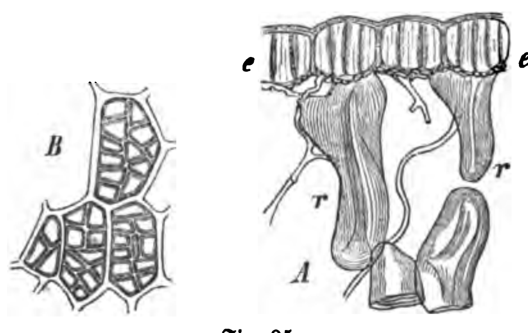


Fig. 85.

Teleutosporen der Calyptospora Göppertiana *Kühn*. A Durchschnitt durch den äußeren Theil eines kranken Preußelbeerstengels. rr Zellen der schwammigen Rindeauftreibung, zwischen denen Myceliumfäden nach der Epidermis ee laufen, unter welcher sie reichlicher sind, und in deren Zellen sie die parenchymatisch bei einander stehenden Teleutosporen erzeugt haben. 200fach vergrößert. B Einige Epidermiszellen von außen gesehen, um die Stellung der Teleutosporen in ihnen zu zeigen. Vergrößerung ebenso.

XI. Cronartium *Fr.*

Gattungscharakter.

Bei dieser Gattung sind die Teleutosporen wiederum miteinander gewebeartig verbunden, jedoch zu einem von der Unterlage aufsteigenden cylindrischen, säulenförmigen Körper, welcher durch basales Wachsthum in die Länge wächst und aus zahlreichen, gestreckten, der Länge nach parallel liegenden, braunwandigen Zellen zusammengesetzt ist. Beim Keimen dieser Teleutosporensäule bilden sich an der Außenseite der äußeren Zellen kleine kugelige farblose Sporidien. Den Teleutosporen geht unmittelbar eine Uredogeneration voran: kleine, pustelförmige, blasse Sporenhäufchen, die von einer Peridie umgeben sind und ovale, mit stacheligem Episporium versehene, blaßbraune Sporen bilden. Nach Ausstreuung dieser wächst durch die Oeffnung der Peridie die in dem Uredolager angelegte junge Teleutosporensäule hervor. Ueber die Entwickelung des Pilzes aus seinen Sporen ist nichts bekannt. Alle Cronartium-Arten bewirken an den Blattstellen, welche von den Teleutosporen besetzt sind, ein Mißfarbigwerden und Absterben des Gewebes.

Erwähnenswerth sind 1. C. asclepiadeum *Fr.* auf den Blättern von Cynanchum vincetoxicum, an der Unterseite auf den kranken Flecken große Gruppen dicht stehender, brauner, fadenförmiger Teleutosporensäulen bildend. 2. C. Paeoniae *Tul.* auf der Unterseite großer, kranker, bräunlicher oder schwärzlicher Flecken der Blätter von Paeonia officinalis. 3. C. ribicola *Dietr.* auf der Unterseite der Blätter von Ribes aureum und nigrum, in Norddeutschland, den Ostseeprovinzen, sowie im Innern Rußlands, um Moskau bis zum Ural verbreitet.

Cronartium-Arten auf Cynanchum, Paeonia, Ribes.

XII. Isolirte Aecidienformen.

Es ist noch eine Anzahl Rostkrankheiten übrig, bei denen die Parasiten Aecidien sind, welche für sich allein, nicht von Teleutosporen begleitet auftreten. Diese Aecidien lassen sich nicht aus ihren Sporen auf ihrer Nährpflanze wieder erzeugen; sie gehören offenbar in den Entwickelungsgang heteröcischer Uredineen; aber man weiß bis jetzt nicht, welche vielleicht längst bekannte Teleutosporenformen mit ihnen im Generationswechsel stehen. Die wichtigeren der hierher gehörigen Pilze sind sämmtlich Bewohner von Coniferen und bringen an diesen eigenthümliche Krankheiten hervor, die wir hier zusammenstellen. Nur die zuletzt anzuführende Gattung Endophyllum ist ohne Generationswechsel; dieses Aecidium erzeugt sich direct aus seinen Sporen wieder.

Rostpilze in Aecidienformen.

A. Aecidium.

Die Charaktere von Aecidium sind, wie schon oben (pag. 450) erwähnt, die kleinen, umgrenzten und von einer becher- bis walzenförmigen, am Scheitel sich öffnenden Peridie umgebenen Sporenhäufchen mit kettenförmiger Abschnürung der Sporen. In Begleitung der meist in Gruppen auftretenden Aecidienfrüchte kommen Spermogonien vor. Aus dieser Gattung nennen wir nachstehende Parasiten als Urheber wichtiger Krankheiten.

Aecidium.

1. Aecidium elatinum *Alb.* et *Schw.* (Peridermium elatinum *Kze.* et *Schm.*). Dieser Rostpilz bewohnt die Weißtannen und ist nach de Bary's[1]) Untersuchungen die Ursache zweier eigenthümlichen Krankheiten dieses Baumes, die als Hexenbesen und als Krebs oder Rindenkrebs der Weißtanne bekannt sind. Die Hexenbesen stimmen mit den gleichnamigen, aber durch andere Ursachen veranlaßten Bildungsabweichungen (vergl. pag. 44.) anderer Bäume, in der vermehrten Bildung von Sprossen überein. Es sind etwas angeschwollene Triebe, welche nicht wie die normalen Seitentriebe der Tanne horizontal abstehen, sondern sich senkrecht aufwärts krümmen und wie kleine, dem Baume aufgewachsene, selbständige Bäumchen oder Büsche aussehen. Ihre Nadeln stehen nicht wie an den normalen Zweigen in zwei Reihen, sondern wie an den Gipfeltrieben rings um den Sproß zerstreut und abstehend, und viele bringen aus ihren Achseln ebenfalls abstehend gerichtete Zweige mit wiederum ringsum zerstreuten Nadeln. Ueberdies sind an allen diesen abnormen

Hexenbesen und Krebs der Weißtanne.

[1]) Bot. Zeitg. 1867, Nr. 33.

Trieben und deren Zweigen auch die Nadeln abweichend gebildet: kürzer und relativ breiter, auch meist gelbgrün gefärbt. Auf der Unterseite dieser degenerirten Nadeln brechen die Aecidienfrüchte in zwei parallelen Reihen hervor; es sind niedrige, gelbweiße Becher, welche orangegelbe Sporen enthalten, die auf den Basidien in Reihen unmittelbar hintereinander, ohne Zwischenzellstücke gebildet werden. Die Aecidienfrüchte werden mehrere Zellenlagen unterhalb der Epidermis angelegt und brechen durch diese hervor. An der oberen Seite der aecidientragenden Nadeln befinden sich die Mündungen kleiner Spermogonien als orangefarbene Pünktchen. Die Nadeln und sämmtliche Achsen des Hexenbesens sind von den farblosen, septirten und mit Haustorien in die Zellen eindringenden Mycelfäden durchwuchert. Nach der Reife der Aecidien vertrocknen die Nadeln und fallen ab; der Hexenbesen steht im Winter auf der belaubten Tanne kahl; aber das Mycelium perennirt in ihm und wächst im Frühjahr in die neuen Triebe und in die Nadeln derselben hinein um wieder zu fructificiren. Dies kann sich eine Reihe von Jahren wiederholen, man will bis 20jährige Hexenbesen gefunden haben; aber endlich brechen dieselben ab. — Die andere genannte Krankheitserscheinung, der **Krebs** der Weißtanne, bildet meist an älteren Stämmen ringsum tonnenförmige Anschwellungen mit stark rissiger Rinde, über welchen der Stamm meist etwas dicker als darunter ist. Die Krebsgeschwülste beruhen auf einem größeren Durchmesser sowol des Holzes als der Rinde. Die Jahresschichten des Holzkörpers haben sowohl unter einander, als auch jede einzelne an verschiedenen Stellen ungleiche Dicke, stellenweise unterbleibt die Holzbildung ganz; der Holzkörper wird dadurch gefurcht und die Lücke durch Rindegewebe ausgefüllt. Der Verlauf der Holzfasern ist daselbst unregelmäßig geschlängelt, maserartig. In der Rinde findet eine starke Vermehrung der Zellen des Rinde- und Bastparenchyms statt, welche in radialen Reihen stehen. Damit hängt ein vielfaches Bersten der Rinde an der Oberfläche zusammen. Die Folge ist, daß die rissige Rinde mehr oder weniger abbröckelt. Dies kann bis zur Entblößung des Holzkörpers fortschreiten. Letzterer wird an diesen Stellen mehr oder minder morsch; daher an krebsigen Stellen leicht Windbruch stattfindet. In den Krebsgeschwülsten findet sich stets ein Mycelium, welches sich demjenigen in den Hexenbesen gleich verhält. Seine Fäden wachsen zwischen den Zellenreihen des hypertrophirten Rinde- und Bastgewebes, dringen auch in die Cambiumschicht und, wiewol spärlicher, in das Holz ein, wo sie aber ebenfalls Haustorien in die Zellen senden. Ueber die Geschwülste geht das Mycelium nicht hinaus. Es treten aber an den Krebsstellen nie Fructificationen auf. Außer auf den Stämmen kommt auch an den Aesten und Zweigen jeglicher Ordnung der Krebs vor, selbst an zweijährigen Trieben und oft sieht man an älteren Geschwülsten die Abnormität des Holzes bis in die ältesten Jahreslagen sich erstrecken, was auf die zeitige Anwesenheit des Parasiten deutet. Auch zeigt an der Ursprungsstelle des Hexenbesens der denselben tragende Ast stets eine kleine Krebsgeschwulst; ebenso sieht man bisweilen aus älteren Geschwülsten einen Hexenbesen hervorgehen. Dann besteht zwischen den Mycelien beider Mißbildungen ein continuirlicher Zusammenhang. Es muß daraus geschlossen werden, daß der Parasit beider identisch ist, daß beide eine und dieselbe Ursache haben und daß der Pilz nur in den grünen Nadeln die Bedingungen zur Fruchtbildung findet. In den Krebsstellen perennirt das Mycelium ohne zu fructificiren lange Zeit; aus alten Geschwülsten geht hervor, daß der Pilz 60 und mehr Jahre perenniren kann. Die Sporen sind zwar sogleich nach der Reife keimfähig,

aber der Keimschlauch dringt in kein Organ der Weißtanne ein, und es ist nicht möglich, aus den Sporen wieder das Aecidium zu erzeugen. Die für sie bestimmte Nährpflanze ist unbekannt. Unter diesen Umständen kennen wir gegenwärtig kein Mittel zur Verhütung der Krankheit. Ihr Vorkommen dürfte mit der Tanne dieselbe Verbreitung haben, nach de Bary ist sie im Schwarzwald, insbesondere um Freiburg i. Br. überall häufig in der ganzen Höhenregion dieses Baumes (280 bis 800 ü. M.) und sowol in engen feuchten Schluchten, wie an luftigen Orten. Auch aus Ungarn wird sie angegeben.

Tannennadelåcidium.

2. **Aecidium columnare** *Alb.* et *Schw.*, das Tannennadelåcidium, auf den Nadeln der Weißtanne. Die walzenförmigen, nach oben etwas verjüngten, bis 3 Mm. langen, weißen Peridien sitzen in zwei regelmäßigen Reihen neben der Mittelrippe auf der Unterseite einzelner, zwischen gesunden stehenden, jungen, erstjährigen Nadeln, welche in der Gestalt nicht verändert, aber gelblichgrün entfärbt sind. Die Sporen bilden sich kettenförmig, aber allemal mit einer Zwischenzelle abwechselnd. An der Oberseite der kranken aecidientragenden Nadeln befinden sich Spermogonien. Weiteres ist nicht bekannt. Die Krankheit ist also mit dem Vorkommen des Pilzes auf die einzelne Nadel beschränkt; sie ist übrigens nicht häufig.

Fichtennadelåcidium.

3. **Aecidium abietinum** *Alb.* et *Schw.*, das Fichtennadelåcidium. Wie der vorige Parasit an der Tanne, so kommt dieser an der Fichte auf die einzelnen Nadel beschränkt vor und stimmt also hierin mit dem anderen Fichtennadelrost, Chrysomyxa abietis (pag. 480) überein. Er befällt ebenfalls die junge, erstjährige Nadel; diese wird ganz oder nur in einem Theile, welcher den Pilz enthält, blaßgelb entfärbt (Fig. 86), zeigt aber sonst keine Veränderung, eben sowenig wie der Zweig, an welchem die kranken Blätter sitzen. Auf dem entfärbten Theile der Nadel erscheinen kleine, punktförmige Spermogonien zusammen mit den Aecidien, deren ein oder mehrere nicht regelmäßig reihenweis auf einer Nadel sitzen. Dieselben haben eine weiße, sehr vergängliche Peridie, welche bald viel kürzer als beim vorigen Pilz, bald ebenso lang ist und in der Längsrichtung der Nadel einen etwas größeren Durchmesser hat, als in der Querrichtung. Die Bildung der Sporen geschieht wie bei der vorigen Art. Nach der Reife der Aecidien vertrocknen die Nadeln und fallen ab. Nach Reeß[1]) geht das Mycelium nicht über die kranke Stelle der Nadel hinaus; es kann also nicht perenniren; die Sporen aber verlieren schon nach einigen Wochen ihre Keimfähigkeit. Eine directe Wiedererzeugung des Aecidiums aus seinen Sporen ist also unmöglich. Was aber aus den Aecidiumsporen wird, ist unbekannt.[2]) Die Krankheit scheint, wenn auch nicht ausschließlich, so doch hauptsächlich den Alpenländern anzugehören; ich traf sie 1878 sowol in den nördlichen (bayrischen) als auch in den Centralalpen (Tauern) allgemein verbreitet und den fehlenden Fichtennadelrost vertretend. Sie kommt dort schon unten in den Thälern vor, selbst an kleinen, niederen



Fig. 86. **Das Fichtennadelåcidium.** Eine kranke Fichtennadel, auf dem gelben Flecken zwei hervorgebrochene Aecidien und mehrere punktförmige Spermogonien. Schwach vergr.

[1]) l. c. pag. 99.

[2]) Jetzt hat in einer jüngst erschienenen Arbeit de Bary (Bot. Zeitg. 1879) gezeigt, daß das Fichtenåcidium im Generationswechsel steht mit dem auf Alpen-

Bäumchen, die in den Gärten gezogen werden, und geht hinauf durch die ganze Fichtenregion bis an die obere Grenze derselben z. B. auf dem Watzmann bis 1450 M., im Stubachthal in den Tauern bis 1750 M. ü. M. Mit zunehmender Höhe wird sie häufiger; während in den tieferen Lagen oft nur einzelne Nadeln erkranken, sind in der oberen Nadelholzregion nicht selten die meisten der an einem diesjährigen Triebe sitzenden Nadeln ergriffen. Sehr auffallend zeigte sich dies im Stubachthal, wo am oberen Saume des Fichtengürtels der Rost verheerend epidemisch auftrat, und schon aus einiger Entfernung die stark entlaubten und vergilbten Bäume auffielen und selbst die letzten Zwergfichten den Schmarotzer trugen, während tiefer, etwa von 1370 M. an abwärts die Fichte zwar nicht verschont, doch auffallend gesünder war und von einem eigentlichen Schaden hier nicht mehr die Rede sein konnte.

B. Caeoma *Tul.*

Caeoma.

Mit diesem Gattungsnamen belegt man gegenwärtig Entwickelungszustände von Rostpilzen, welche den Aecidien analog und auch insofern mit ihnen übereinstimmend gebildet sind, als die Sporen kettenförmig abgeschnürt werden und in der Begleitung dieser Früchte Spermogonien vorkommen. Aber die Sporenhäufchen sind von keiner Peridie umhüllt und nicht begrenzt, sondern breiten sich in centrifugaler Richtung unregelmäßig aus, so daß am Rande die jüngsten noch nicht sporentragenden Basidien stehen. Auch zu diesen Früchten sind bis jetzt die Teleutosporen nicht aufgefunden, die Krankheiten, welche durch diese Pilze veranlaßt werden, also ebenfalls noch unvollständig bekannt.

Kieferndrehkrankheit.

1. Caeoma pinitorquum *A. Br.*, die Ursache der Kieferndrehkrankheit. Durch die Untersuchungen de Bary's[1]) und R. Hartig's[2]) wissen wir hierüber folgendes. Der Parasit befällt schon junge, wenige Wochen alte Kiefersämlinge, an denen die bis zollangen, orangegelben, aufgeschwollenen, dann mit einer Längsspalte aufplatzenden Fruchtlager sowol im oberen Theile des Stengels, als auch an den Cotyledonen und an den kleinen Blättchen der Knospe auftreten. Im späteren Alter kommen die Fruchtlager immer nur an den jungen Trieben vor und erscheinen im Juni, wenn die Nadeln eben aus ihrer Scheide hervorgetreten sind. Am meisten befällt der Pilz junge Schonungen von ein- bis zehnjährigem Alter, selten erscheint er neu in zehn- bis dreißigjährigen Beständen; in allen beobachteten Fällen aber verschwand er in den einmal ergriffenen Schonungen nicht wieder vollständig, so daß

---

rosen vorkommendem Roste (pag. 485), dessen Teleutosporen er in den Blättern derselben vor der Blütezeit aufgefunden und den er wegen der Aehnlichkeit der Teleutosporen Chrysomyxa Rhododendri genannt hat. Daraus erklärt sich die oben erwähnte Eigenthümlichkeit der Verbreitung, die auch de Bary bestätigt. Der Alpenrosenrost ist dem von Schröter gefundenen Coleosporium Ledi (pag. 485) ganz gleich, woraus auch das Vorkommen des Fichtenäcidiums im norddeutschen Tieflande in Gesellschaft von Ledum palustre erklärlich wird.

[1]) Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. Dezemb. 1863.

[2]) Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, IV. 1871, pag. 99 ff., sowie Wichtige Krankh. der Waldbäume.

man ihn in einigen Beständen seit 10 bis 12 Jahren alljährlich ununterbrochen hat wiederkehren sehen. Die Sporenlager werden unter der Epidermis und der subepidermalen Zellenschicht angelegt. Vorher entstehen über denselben zwischen der Cuticula und der Epidermis äußerst kleine, als kegelförmige Erhebungen hervortretende Spermogonien. Um diese Zeit erscheint die Stelle, welche das Sporenlager enthält, äußerlich weißlich, 1 oder 2 Cm. lang und von sehr verschiedener Breite, bald als ein schmaler Strich, oft als ein breiter, den vierten Theil des Zweigumfanges umfassender Flecken. Das Sporenlager wird gebildet von den an dieser Stelle in Menge zusammentreffenden Myceliumfäden, welche hier ein dichtes Geflecht bilden und gegen die Oberfläche zu gerichtete zahlreiche, kurze keulenförmige Basidien treiben, welche auf ihrem Scheitel eine Kette von Sporen tragen, deren oberste die älteste und ausgebildetste ist, und welche durch Zwischenstücke verbunden sind; dieselben haben meist kugelige oder etwas unregelmäßige Gestalt, ein farbloses, stacheliges Episporium und feinkörnigen, blaßgelbröthlichen Inhalt. Diejenigen Basidien, welche ihre Sporen abgestoßen haben, verlängern sich noch etwas und erscheinen zwischen den vorhandenen Sporenketten als keulenförmige Zellen. In der zweiten Hälfte des Juni platzen die Sporenlager auf, die orangegelben Sporenmassen treten hervor und verstäuben. Das grüne Rindeparenchym ist an diesen Stellen durchwuchert von den septirten, mit orangegelben Oeltröpfchen erfüllten Myceliumfäden, welche zwischen den Zellen wachsen und hier und da kurze Aeste (Haustorien) ins Innere der Zellen treiben; auch im Bast, in den Markstrahlen des Holzkörpers und im Mark ist das Mycelium vorhanden. Das ganze vom Pilz bewohnte Gewebe stirbt nach der Verstäubung der Sporen ab, färbt sich braun und vertrocknet. Dies geschieht mehrere Millimeter breit im Umfange des Sporenlagers; die Höhlung des letzteren wird oft von ausgetretenem Harz erfüllt und auf dem abgestorbenen Gewebe siedeln sich oft fäulnißbewohnende Pilzformen an. Wenn der Pilz nur an einer vereinzelten Stelle eines Triebes sich zeigt, so bekommt dieser gewöhnlich daselbst eine Biegung in Folge einer localen Hypertrophie der Gewebe, die durch den Schmarotzer veranlaßt wird. Da dann der obere gesunde Theil des Triebes wieder aufwärts wächst, so nimmt derselbe eine S-Form an. Die Wunden werden durch Ueberwallung meist schon nach einem Jahre geschlossen, und die Krankheit hat dann keinen weiteren Nachtheil. Keimpflanzen, sowie ein- und zweijährige Kiefernpflanzen gehen jedoch, wenn sie an den Stengeln ergriffen werden, gewöhnlich zu Grunde, weil ihre dünnen Triebe von den Sporenlagern vollständig zerstört werden. Sind die Keimpflanzen nur an den Cotyledonen befallen, so überstehen sie die Krankheit. Wenn der Rost ältere Pflanzen ergreift, so wird er oft mit der Zeit immer heftiger, so daß endlich sämmtliche Triebe mit Ausnahme eines kurzen Stumpfes gänzlich absterben. Schonungen, welche eine Reihe von Jahren unter der Krankheit gelitten haben, sehen aus wie vom Wild verbeizt oder von Raupenfraß ruinirt, indem die Neubelaubung der abgestorbenen Triebe durch Entwickelung von Scheidenknospen einen buschartigen Wuchs hervorruft. In der Regel sollen Culturflächen, auf denen der Rost vor dem sechs- bis achtjährigen Alter auftritt, als verloren zu betrachten sein. Ueber die Entwickelung des Pilzes ist etwas Weiteres nicht bekannt. Der Umstand, daß derselbe an einmal befallenen Pflanzen regelmäßig alljährlich wiederkehrt und sich über immer zahlreichere Triebe der Pflanze verbreitet, spricht für die Annahme, daß das Mycelium perennirt und

sich in der Pflanze weiter verbreitet, was jedoch bis jetzt nicht nachgewiesen ist. Eine andere Fruchtform kommt auf den kranken Kiefern mit dem Caeoma nicht vor, es ist also zu vermuthen, daß letztere die Aecidiumform eines heteröcischen Parasiten ist, dessen wahrscheinlich längst bekannte Teleutosporenform auf einer anderen Nährpflanze schmarotzt. Der Verdacht lenkt sich auf irgend eine Ackerpflanze, denn nach R. Hartig's Versicherung lagen ausnahmslos alle von ihm in Augenschein genommenen erkrankten Bestände (über 30 an Zahl) unmittelbar oder doch sehr nahe an einem Felde, und immer trat die Krankheit zuerst in der an das Feld stoßenden Seite auf und drang von dort aus tiefer in den Bestand vor, auch zeigten sich die inficirten Stellen im ersten Jahre der Krankheit fast ausnahmslos an derjenigen Seite der Triebe, die dem Felde zugewandt war, und an der Grenze der Verbreitung, vom Felde am weitesten entfernt, waren es die kräftigsten über die andern hervorragenden Kiefern, welche sich an ihren Gipfeltrieben erkrankt zeigten. Ein Einfluß der Güte und der Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens ist nicht hervorgetreten; doch hat sich naßkalte Witterung als förderlich für die Verbreitung des Pilzes erwiesen. Die Kieferndrehkrankheit ist erst seit dem Jahre 1860 bekannt, wo sie in der Gegend von Göttingen und Neustadt-Eberswalde auftrat. Um so auffallender ist ihr jetziges verheerendes Auftreten und ihre Verbreitung, denn nach den von R. Hartig mitgetheilten Berichten ist sie in zahlreichen Gegenden Norddeutschlands beobachtet worden.

Lärchennadelrost.

2. Caeoma Laricis *R. Hart.*, der Lärchennadelrost. Dieser Parasit bewohnt die Nadeln der Lärche, gewöhnlich die Mehrzahl der an einem Zweige sitzenden, und zwar entweder die ganze Nadel oder häufiger den oberen Theil derselben. Die Nadel erleidet dadurch keine Gestaltsveränderung, aber sie wird soweit das Mycelium des Pilzes in ihr verbreitet ist, bleichgelb und welk. Zugleich brechen durch die Epidermis des kranken Theiles mehrere kleine, elliptische, gelbe Sporenhäufchen hervor, welche zu beiden Seiten der Mittelrippe in einer Reihe oder auch einzelner stehen. Zusammen mit diesen, besonders gegen die Spitze der Nadel zu, kommen Spermogonien vor, die als sehr kleine dunkle Pünktchen erscheinen. Dies geschieht im Monat Mai. Sobald die Sporen verstäubt sind, trocknet und schrumpft der kranke Theil des Blattes, und bald ist die ganze Nadel verdorben. Der Pilz hat daher eine frühzeitige Entlaubung der Lärche zur Folge; er befällt sowol junge Sämlinge als auch erwachsene Bäume und zeigt sich dann oft über die ganze Krone von den untersten Aesten bis in den Gipfel verbreitet. Auch dieser Pilz ist erst in der jüngsten Zeit bekannt geworden; von R. Hartig[1]) wurde er 1873 zuerst erwähnt; 1874 zeigte er sich in der leipziger Gegend, ich traf ihn daselbst epidemisch in einem kleinen Bestande älterer Lärchen an allen Individuen.

Caeoma auf Ribes, Evonymus, Allium.

3. Auch Laubgehölze und Kräuter haben durch Arten von Caeoma zu leiden. So besonders Ribes alpinum, nigrum und rubrum durch das über Europa und Sibirien verbreitete Caeoma ribesii *Link*, welches auf der Unterseite der lebenden Blätter große, runde, bisweilen zusammenfließende, orangegelbe, staubige Flecken bildet, auch auf den jungen Früchten vorkommt, diese oft ganz einhüllt und verdirbt[2]); ferner Evonymus europaeus, auf dessen Blättern C. Evonymi *Schröt.*, Arten von Allium (A. ursinum, oleraceum), auf denen C. alliatum *Link* verderblich wird ꝛc.

---

[1]) Bot. Zeitg. 1873, pag. 356.

[2]) v. Thümen, Fungi pomicoli, pag. 78.

C. Endophyllum.

In diese Gattung gehört mit Sicherheit nur das Endophyllum Sempervivi *Lév.*, welches an den Blättern von Sempervivum- und Sedum-Arten vorkommt. Es bildet 1 bis 2 Mm. große, halbkugelig warzenförmige, am Scheitel sich öffnende Peridien, wie Aecidium, in welchen die Sporen kettenförmig abgeschnürt werden, und in deren Begleitung Spermogonien auftreten. De Bary[1]) fand, daß die Sporen gleich nach der Reife keimfähig sind und nach Art von Teleutosporen ein Promycelium mit Sporidien erzeugen; die Keime der letzteren dringen wieder in dieselbe Nährspecies ein, und entwickeln sich zu einem fast die ganze Pflanze durchziehenden Mycelium, welches im nächsten Jahre wieder Spermogonien und Aecidien hervorbringt.

Endophyllum Sempervivi auf Sedum und Sempervivum.

Anhang.

Rostkrankheiten, die durch ungenau bekannte Uredineen verursacht werden.

Hierher würde vorläufig die Kaffeeblattkrankheit zu stellen sein. Dieselbe trat zuerst 1869 auf Ceylon und gleich darnach auch auf dem südlichen indischen Continent auf, ist kürzlich auch auf Sumatra gefunden worden. Die Blätter bekommen braune Flecken und sind an diesen Stellen auf der Unterseite mit einem orangerothen Sporenpulver überzogen. Der Pilz ist von Berkeley und Broome zu den Uredineen gestellt und Hemileia vastatrix genannt worden. Die Keimung der Sporen hat man beobachtet; übrigens ist aber der Pilz noch ganz ungenügend bekannt.[2])

Kaffeeblattkrankheit durch Hemileia vastatrix.

Einen Weinrebenrost auf Vitis vinifera hat v. Thümen[3]) aus Südcarolina erhalten. Der Pilz, von Demselben Uredo Vitis genannt, bildet auf der Unterseite der Blätter kleine, halbkugelige, hell orangegelbe Häufchen auf kleinen braunen, oberseits strohgelben Blattflecken. Die Häufchen bestehen aus kugeligen oder ellipcischen, einzelligen, fast wasserhellen Sporen mit dickem, aber glattem Episporium. Weiteres ist nicht bekannt.

Weinrebenrost.

Sechstes Kapitel.

Die durch Hymenomyceten verursachten Krankheiten.

Unter Hautpilzen (Hymenomycetes) verstehen wir diejenigen, bei denen die Sporen von ihren Mutterzellen (Basidien) durch Abschnürung erzeugt werden, und die Basidien in großer Anzahl beisammenstehend an einem gewissen Theile des meist ansehnlichen Fruchtkörpers eine zusammenhängende Schicht oder Haut (Hymenium) bilden.

Begriff der Hautpilze oder Hymenomyceten.

[1]) Ann. sc. nat. 4. sér. T. XX. pag. 78 und Morphol. u. Physiol. der Pilze xc. pag. 188.

[2]) Vergl. Just, bot. Jahresb. f. 1876, pag. 126 und 1877, pag. 103 und 130.

[3]) Pilze des Weinstockes. Wien 1878, pag. 182.

A. Exobasidium *Woron.*

Gattungscharakter und Vorkommen von Exobasidium.

Diese Gattung ist durch ihren Parasitismus auf Blättern, Stengeln und Wurzeln und mehr noch durch die von allen übrigen Hymenomyceten abweichende, sehr einfache Fruchtbildung characterisirt, indem sie keinen eigentlichen Fruchtkörper, sondern eine bloße Hymeniumschicht besitzt, welche in der Epidermis der Nährpflanze gebildet wird und aus dieser hervortritt. Dieselbe besteht aus typischen Hymenomyceten-Basidien, die am Scheitel auf 4 feinen Aestchen (Sterigmen) eben so viele Sporen abschnüren (Fig. 87). Die 3 bis jetzt bekannten Arten bringen starke Hypertrophien in Form eigenthümlicher Gallen hervor.

Exobasidium Vaccinii auf Preußelbeeren und Heidelbeeren.

1. **Exobasidium Vaccinii** *Woron.*, auf Blättern, Stengeln und Blüten der Preußelbeeren (Vaccinium Vitis idaea), der Heidelbeeren (V. myrtillus), sowie des Vaccinium uliginosum. Die Blätter bekommen unterseits große, fleischige, etwas spröde, weiße Anschwellungen, die nicht selten das ganze Blatt einnehmen, welches dann nach oben sich zusammenwölbt; an der Oberseite ist die kranke Stelle nur tief geröthet. Wenn der Pilz die Stengel befällt, so schwellen diese gewöhnlich ringsum zu einer fleischigen Verdickung an und tragen dann meist kleinere, ebenfalls ganz oder in der unteren Hälfte degenerirte Blätter. Der Blütenstand bekommt unter den gleichen Umständen sehr verdickte Blütenstiele und bedeutend vergrößerte und verdickte Deckblätter, hinter denen die Blüten bald ziemlich regelmäßig sich ausbilden, bald durch Verdickung unförmig werden oder verkümmern. Die Anschwellungen kommen durch eine Hypertrophie des Parenchyms zu Stande, indem die Zellen desselben vermehrt und erweitert sind und kein Chlorophyll erzeugen. In diesem Gewebe ist das Mycelium des Pilzes verbreitet in Form feiner, farbloser, septirter und verzweigter Fäden, die zwischen den Zellen und theilweise innerhalb derselben wachsen. Je näher der Epidermis der Anschwellung (Unterseite des Blattes) sie liegen, desto reichlicher werden sie und verdrängen die Zellen der Epidermis und die darunter liegende Zellschicht fast gänzlich, an der Stelle derselben eine wachsartig fleischige, weiße Pilzmasse bildend. Von den Fäden derselben erheben sich nach außen hin dicke, keulenförmige Zweige, welche dicht beisammenstehend die Hymeniumschicht darstellen (Fig. 87). Durch ihr Wachsthum heben sie die noch resistente Cuticula allmählich in die

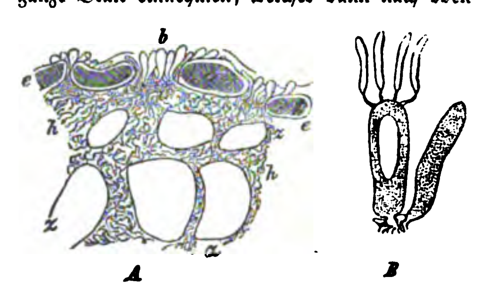


Fig. 87.

Exobasidium Vaccinii *Woron.* A Durchschnitt durch eine kranke Blattstelle des Preußelbeerstrauches. zz Parenchymzellen des Blattes, zwischen denen das Mycelium hh sich mächtig entwickelt hat. Es treibt nach außen, die Epidermiszellen ee auseinanderschiebend Aeste, welche zu den Basidien b werden. B Zwei Basidien stärker vergrößert; das eine reif, an der Spitze 4 Sporen an kurzen Sterigmen abschnürend.

Höhe und zerreißen sie. Es sind die Basidien, auf deren freiliegendem Scheitel an vier kurzen, fadenförmigen Sterigmen ebenso viel kurz cylindrische oder spindelförmige, schwach gekrümmte, einzellige, farblose Sporen abgeschnürt werden. Dieselben geben der Oberfläche der Anschwellung ein mattes, weißes, wie bereiftes Aussehen. Nach der Sporenbildung werden mit dem Absterben des Pilzes die Theile braun und schrumpfen. Woronin[1]), der den Pilz zuerst genauer beschrieben hat, hat auch die Keimung, sowie die Entwickelung desselben aus den Sporen und die Infection gesunder Pflanzen mit dem Parasiten beobachtet. Bei der Keimung theilen sich die Sporen durch mehrere Querscheidewände und zeigen dann hefeartige Sprossung, indem die Keimschläuche sich als einzellige Glieder abschnüren, was durch mehrere Generationen sich wiederholen kann. Auf ganz junge gesunde Blätter gesäet, treiben die Sporen Keimschläuche, welche vorzugsweise auf der Unterseite des Blattes, theils durch die Spaltöffnungen, theils durch die Wände der Epidermiszellen eindringen. Acht bis zehn Tage nach der Infection ist das Blatt bereits angeschwollen; nach vierzehn Tagen hat der Pilz neue Sporen gebildet.

E. Rhododendri auf Alpenrosen.

2. **Exobasidium Rhododendri** *Fuckel* erzeugt auf der Unterseite der Blätter und an den Blattstielen von Rhododendron ferrugineum kugelige, erbsen- bis wallnußgroße, weichfleischige, saftige, glatte, rothwangige Auswüchse, welche meist mit schmaler Basis der Blattfläche aufsitzen und daher einem Gallapfel ähneln, in der Schweiz unter dem Namen „Alpenrosenäpfeli" oder „Saftäpfel" bekannt. Sie wurden früher für ein Insekt-Gebilde gehalten; Fuckel[2]) hat dem Pilz seine richtige Stellung angewiesen und fand die Bildung und Form der Sporen, durch welche die Oberfläche der Galle zu einer gewissen Zeit wie bereift erscheint, ganz übereinstimmend mit der vorigen Art. Diese Gallen wurden von Fuckel und von Kramer[3]) in der Schweiz, von mir im Stubachthal auf den hohen Tauern in Menge, sowie auf dem Watzmann, auf der genannten Nährpflanze angetroffen.

E. Lauri auf Laurus canariensis.

3. **Exobasidium Lauri** *Geyler* ist nach Geyler's[4]) Untersuchungen die Ursache der sogenannten Luftwurzeln von Laurus canariensis auf den canarischen Inseln (Madre de Louro bei den Portugiesen genannt). Es sind Auswüchse, die Bory de St. Vincent als einen Pilz, Clavaria lauri *Bory* beschrieb, Schacht[5]) für normale Luftwurzeln des Lorbeers hielt. Sie kommen aber nicht regelmäßig vor und im Ganzen nicht häufig, nur in feuchten, schattigen Schluchten und oft in verschiedenen Höhen am Stamme, besonders in der Nähe von Astwunden. Sie vegetiren von Ende Herbst bis Anfang Sommer, dann färben sie sich dunkler, schrumpfen und fallen ab. Es sind 8—19 Cm. lange, unregelmäßig geformte, einer Clavaria oder einem Elenngeweihe ähnliche, etwas verästelte, längswulstige Körper von bräunlichgelber Farbe, weicher, spröder Beschaffenheit und haben einen dem Lorbeer gleichen aromatisch bitteren Geschmack und Geruch. Sie zeigen auf dem Querschnitte ein Mark, umgeben von einem dünnen Holzcylinder und um diesen ein Rindeparenchym, dessen Zellen gleich denen des Markes mit Stärkekörnern erfüllt sind. Eine äußere braune Rindenzone zeigt zwischen ihren Zellen das Mycelium des

[1]) Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg 1867, Heft IV.
[2]) Symbolae mycologicae. Zweiter Nachtrag. pag. 7.
[3]) Nach einer Notiz Geyler's in Bot. Zeitg. 1874, pag. 324.
[4]) Bot. Zeitg. 1874. Nr. 21. Taf. VII.
[5]) Lehrb. d. Anat. u. Phys. d. Gew. II. pag. 156.

Pilzes und an ihrer Außenseite die aus schlauchförmigen Basidien bestehende Hymeniumschicht. Die Basidien schnüren auf 4 Sterigmen eben so viel längliche Sporen ab. Nach Geyler's plausibler Vermuthung sind diese Körper überhaupt nicht Wurzeln, sondern durch den Pilz verbildete Schößlinge des Stammes.

B. Die größeren, auf Bäumen schmarotzenden Schwämme.

Baumschwämme als Ursache von Holzkrankheiten.

An Stämmen und Aesten, sowie an Stöcken oder Wurzeln lebender Bäume wachsen, wie allbekannt, sehr häufig größere Schwämme, ähnlich denen, die auf Waldboden vegetiren. Dabei zeigen sich gewöhnlich die Partien des Baumes, aus denen sie hervorbrechen, mehr oder weniger abgestorben. Im Volke werden diese Erscheinungen insgesammt „der Schwamm" genannt und wird nicht weiter darnach gefragt, welche Beziehung zwischen der Verderbniß der Pflanze und der Pilzentwickelung besteht. Wissenschaftlich neigte man sich bis vor nicht langer Zeit der Ansicht zu, daß diese Pilze eigentliche Saprophyten seien, die sich in Theilen des lebenden Stammes ansiedeln, nachdem dieselben aus irgend einer Ursache abgestorben sind, indem man an die zahlreichen, jenen sehr ähnlichen, auf lebloser Unterlage wachsenden Schwämme dachte, wo dieses Verhältniß unzweifelhaft ist. Durch die unten zu citirenden Arbeiten R. Hartig's ist aber bereits für eine große Anzahl dieser Baumschwämme festgestellt, daß sie lebende Theile des Baumes als Parasiten befallen können, in diesen allmählich sich entwickeln und ausbreiten und dadurch erst den befallenen Theil krank machen, dessen Zersetzungserscheinungen sich dann mit der Pilzentwickelung steigern. In den durch diesen Proceß erkrankten und sogar in den abgestorbenen Theilen vermag der Pilz sich noch fort zu ernähren, gelangt hier sogar gewöhnlich erst zur vollständigen Entwickelung der Fruchtkörper, so daß es aussieht, als sei der nun erst auffallend werdende Pilz secundär an dem in Zersetzung begriffenen Theile aufgetreten. Der Pilz ist daher allerdings nicht so streng parasitisch, wie etwa die Rostpilze und die vorerwähnten Exobasidien, sondern seine Ernährungsbedingungen halten die Mitte zwischen dem parasitischen und dem saprophyten (pag. 362) Modus. Und wie Versuche gezeigt haben, kann man diese Pilze sogar auf leblosem Substrate cultiviren, auch hat man sie an den Bäumen bisweilen in Begleitung von Zersetzungserscheinungen angetroffen, die aus anderen Ursachen entstanden waren. Allein der von R. Hartig geführte Nachweis, daß sie auch parasitisch und als primäre Krankheitserreger auftreten können, und daß dieses Verhältniß in der Natur sogar das gewöhnliche ist, weist ihnen jetzt auch in der Pflanzenpathologie einen wichtigen Platz an.

Hinsichtlich der Organisation dieser Pilze sei hier nur bemerkt, daß ihre meist ansehnlichen, unter dem Namen Schwämme allgemein bekannten

Fruchtkörper fast immer aus dem Substrate, den der Pilz bewohnt, hervorwachsen, auswendig an den Stämmen, Aesten oder Wurzeln erscheinen. Wir unterscheiden an ihnen immer leicht die meist durch ihre eigenthümliche Figuration ausgezeichnete, gewöhnlich die Unterseite der Körper einnehmende Partie, an welcher sich das Hymenium befindet. Nach der Gestalt dieser hymeniumtragenden Seite werden hauptsächlich die Gattungen dieser Pilze unterschieden. Im Innern des Substrates ist das Mycelium vorhanden und sehr oft wächst es dort, ohne daß es durch die Anwesenheit von Fruchtkörpern auswendig verrathen würde, weil die Fruchtbildung bei diesen Pilzen meist spät, oft gar nicht eintritt. Man findet dann auch die durch den Pilz veranlaßte Krankheit, ohne daß äußerlich ein Schwamm zu bemerken ist. Doch ist dann immer das Mycelium im Innern zu finden. Seine Fäden durchwuchern die Gewebe, besonders das Holz; aber wo es sich in inneren Lücken reichlicher entwickeln kann, wird es gewöhnlich in Form eines schimmelartigen Gewebes auffallender; bei manchen nimmt es auch die eigenthümliche Form der Rhizomorphen an, von der unten die Rede ist.

Die Wirkung dieser Pilze erweist sich immer als eine die befallenen Gewebe unmittelbar, bald langsamer, bald schneller zerstörende und tödtende unter eigenthümlichen Zersetzungserscheinungen, aus denen je nach der Art des befallenen Organes verschiedene krankhafte Folgen für das Leben der ganzen Pflanze sich ergeben. Näheres ist in den speciellen Fällen angegeben.

I. Trametes *Fr.*

Trametes.

Bei diesen Pilzen besteht das Hymenium wie bei den Löcherpilzen (pag. 507) aus zahlreichen, dicht beisammenstehenden und zusammengewachsenen Röhren; die Substanz des Fruchtkörpers setzt sich aber ohne Veränderung zwischen die Röhren fort, so daß auf dem Durchschnitte die Röhrenschicht nicht als eine andersfarbige Schicht von der Substanz des Fruchtkörpers sich abgrenzt. Aus dieser Gattung kennen wir folgende Parasiten genauer.

Rothfäule der Fichten und Kiefern durch Trametes radiciperda.

1. Trametes radiciperda *R. Hart.* Dieser Parasit ist nach R. Hartig[1]) die Ursache einer Zersetzungserscheinung des Holzes, welche vorzugsweise mit zu denjenigen gehört, welche bisher als Rothfäule bezeichnet wurden. Unsere Kenntnisse über diesen Pilz und die von ihm verursachte Zerstörung verdanken wir allein den Untersuchungen des genannten Forschers, deren Resultate nachstehende sind. Der Pilz befällt vorzugsweise Fichten und Kiefern, auch Weymuthskiefern[2]), kaum Laubholz. Seine Fruchtträger sitzen äußerlich an

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 14 ff. Taf. I—IV.

[2]) Nach Citaten in Just, Botanischer Jahresbericht f. 1877, pag. 100, wird in Südfrankreich die Seekiefer (Pinus pinaster *Lamb.)* von einer Krankheit er-

den durch den Parasiten getödteten Wurzeln und Stöcken, gewöhnlich zahlreich beisammen und verwachsen oft nachträglich untereinander zu größeren Fruchtkörpern, die nicht selten 10 bis 30, ausnahmsweise selbst 40 Cm. nach einer Richtung Flächenausdehnung haben. Es sind sogenannte umgewendete Hüte, d. h. stiellose, mit der einen Seite aufgewachsene, meistens etwa 5 Millim. dicke, lederartige Körper, welche auf der freien Seite mit der weißen Porenschicht bekleidet sind; stellenweise hebt sich aber auch am Rande der Fruchtkörper zurück und stellt sich frei, seine chokoladenbraune, gefurchte und buckelige sterile Seite zeigend; der Rand ist etwas wulstig und beiderseits weiß.

Vorkommen und äußere Erscheinung der Krankheit bei der Fichte.

Der Pilz und die von ihm verursachte Krankheit ist über ganz Deutschland, einschließlich der Alpen verbreitet, auch in Frankreich beobachtet worden. Standort scheint ohne Einfluß; denn er zeigt sich im Flachland, wie im Gebirge, auf Sandboden wie auf steinigem Gebirgsboden, auf trockenen wie frischen Böden. Bei der Fichte wird die Krankheit erkennbar an dem Vertrocknen der ganzen Pflanze. An jüngeren Bäumen geschieht das oft plötzlich: ohne daß bis dahin etwas Krankhaftes zu bemerken gewesen wäre, können im Sommer an mitten im Triebe stehenden Pflanzen die noch unfertigen neuen Triebe plötzlich welken und mit der ganzen Pflanze vertrocknen. In anderen Fällen erkennt man zunächst ein Kränkeln an der Kürze der letztjährigen Triebe, worauf im folgenden Herbst oder Frühjahr vor dem Treiben Bräunung und Tod der ganzen Pflanze eintritt. Die Krankheit zeigt ihre ansteckende Wirkung darin, daß neben dem abgestorbenen Baume meist noch ein oder mehrere erkrankte sich befinden; und da dieses Absterben der Nachbarbäume auch dann nicht aufhört, wenn die dürren Bäume gefällt werden, so entstehen in den Beständen Lücken und Blößen, die in 5 bis 10 Jahren eine Größe von 10 Ar und mehr erreichen sollen.

Krankheitsverlauf.

Das Absterben und Dürrwerden ist die Folge einer Fäulniß der Wurzeln, verursacht durch den in denselben lebenden Parasiten. Wenn man die abgestorbenen Bäume ausrodet, so findet man an den Stöcken und Wurzeln, sowol an den stärkeren, wie an den schwächeren Seitenwurzeln, die oben beschriebenen weißen Fruchtträger in verschiedener Form und Größe. Da sie sich nur im freien Raume bilden können, so entwickeln sie sich häufiger im lockeren als im festen Boden. Außerdem finden sich, auch wo keine Fruchtträger gebildet sind, stecknadelkopfgroße und größere gelbweiße Pilzpolster, die auf der Rinde der Wurzeln zum Vorschein kommen. Es sind Anfänge von Fruchtträgern, und man bemerkt beim Abheben der Rindeschüppchen, daß es die Endigungen zarter weißer Pilzhäute sind, die bald papierartig, bald nur wie ein Schimmelanflug erscheinen und zwischen den Rindeschuppen von innen aus sich entwickelt haben. Wurzeln und Wurzelstock solcher Bäume sind verfault. Von der inficirten Wurzel aus greift die Holzzersetzung stammaufwärts weiter, zunächst in der Längsrichtung, dann auch in horizontaler Richtung um sich greifend. Von der Infectionsstelle hängt es ab, an welcher Seite, und ob sie nahe dem äußeren Umfange oder näher dem Centrum des Stammes emporsteigt. Zuletzt kann nur die der Infectionsstelle gegenüberliegende Seite verschont geblieben und die Fäulniß bis zu 6—8 M. emporgestiegen sein.

---

griffen, welche maladie du rond (Ringseuche) genannt wird, weil sie sich von einzelnen Bäumen centrifugal ausbreitet. Sie scheint mit der von **Trametes radiciperda** verursachten identisch zu sein.

Von oben nach unten sind dann alle Stadien der Zersetzung vertreten. Letztere zeigt nacheinander folgende Symptome. Zuerst tritt in dem gelblichweißen gesunden Holze schmutzig violette Färbung auf; diese geht über in völlig ausgebleichte, hellgelblichweiße Farbe und wird dann schnell bräunlichgelb oder hellbraun. Auf dem bräunlichen Grunde treten zahlreiche, kleine, schwarze Flecken, besonders im lockeren Frühjahrsholze der Jahresringe auf. Besonders die größeren schwarzen Flecken umgeben sich mit einer weißen Zone. Mit fortschreitender Zersetzung gehen sie fast sämmtlich verloren, während die weißen Flecken sich vergrößern und zusammenfließen, so daß das Frühlingsholz zuletzt ganz zerfasert und verpilzt ist, eine lockere, weiße Substanz darstellt, welche das übrig gebliebene gelbliche Holzgewebe überwiegt. Solches Holz hat im nassen Zustande die Eigenschaften des Badeschwammes, im trockenen schrumpft es auf die Hälfte oder ein Dritttheil seines Volumens zusammen und ist dann federleicht. Während das faule Holz harzarm ist, schlägt sich Harz an der Grenze des gesunden Holzes im Innern der Holzfasern und Markstrahlzellen nieder. Ist die Fäulniß soweit nach außen gedrungen, daß nur noch ein schmaler gesunder Splintstreifen vorhanden ist, und auch wenn endlich die Fäulniß bis an den Bast vorgerückt ist, so ergießt sich der Terpenthin nach außen. Solche Harzflüsse zeigen sich dann zuerst auf derjenigen Seite, an welcher die inficirte Wurzel sich befindet, und sind ein sicheres Zeichen innerlicher Rothfäule.

Abweichung bei der Kiefer und Weymuthskiefer.

Bei den Weymuthskiefern und der gemeinen Kiefer ist der Krankheitsverlauf im Wesentlichen derselbe. Nur bewirkt hier der größere Harzgehalt eine vollständige Verkienung des gesunden Holzes, die bei der gemeinen Kiefer sogar ein Empordringen des Pilzmyceliums und der Holzzersetzung über den Stock verhindert, daher die Abhiebsfläche des getödteten Kiefernstammes nur einige hellbraungelbe Flecken zeigt.

Verhalten des Myceliums und Zersetzungsprocesse der Holzzellen.

Das Mycelium des Pilzes besteht aus meist isolirt bleibenden, spärlich septirten Hyphen mit reichlicher Verzweigung, besonders mit vielen kürzeren, rechtwinkelig stehenden Seitenhyphen, welche an vielen Punkten die Zellwände durchlöchern. Die Fäden wachsen daher sowol innerhalb der Zellen als auch quer durch die Membranen hindurch. Sie sind farblos, nur da, wo schwarze Flecken sich zeigen, sind sie dunkelbraun gefärbt und meist reicher verästelt und mit einander verflochten. Das Mycelium wächst zunächst im Bastkörper fort. von dort dringt es durch die Markstrahlen in den Holzkörper und verbreitet sich dort nach allen Seiten. Im Bastkörper fortwachsend und diesen tödtend gelangt es nach dem Wurzelstock und geht hier auf alle anderen bis dahin gesunden Wurzeln über, wodurch es den Tod des Baumes veranlaßt. Vom Baste aus drängen sich zahlreiche Hyphen als ein Filzgewebe nach außen zwischen die Rindeschuppen, um die oben erwähnten Mycelhäute und Pilzpolster zu bilden. Im Holze aber erzeugt das Mycelium die als Rothfäule bezeichnete Zersetzung desselben. Das erste Stadium derselben, die schmutzigviolette Farbe des Holzes, besteht in der Bräunung des Inhaltes der Markstrahlzellen, in welchen zugleich etwa vorhandene Stärkekörner aufgelöst werden. Mit der Verzehrung des Markstrahlinhaltes schwindet die violette Farbe. Der durch weißgelbe, dann bräunlichgelbe Farbe charakterisirte nächste Zustand zeigt die Myceliumfäden in den Holzzellen mit viel reichlicher entwickelten Seitenästen, durch welche die Zellwände an zahllosen Stellen durchbohrt sind, sowol durch die Tüpfel, als auch an anderen Punkten. Wegen der geringeren Nahrung, die sie in den Holzzellen finden, sind die Hyphen nur an ihren

wachsenden jungen Spitzen mit Plasma erfüllt, die hinterliegenden Theile derselben entleeren sich. Das Holz ist jetzt bereits chemisch verändert; aus der von R. Hartig mitgetheilten Analyse dieses Zersetzungszustandes ergiebt sich, daß das Holz spezifisch leichter geworden ist und die Substanz bei fast unverändertem Wasserstoffgehalte an Kohlenstoff relativ zugenommen hat. Im nächsten Stadium ist die chemische Veränderung in denselben Richtungen weiter fortgeschritten. In den weißen Flecken, die jetzt um die schwarzen Myceliumnester auftreten, bestehen die Membranen der Holzzellen nur noch aus reiner Cellulose (reagiren auf Chlorzinkjod violett), das Lignin ist aufgelöst oder umgewandelt, und zwar zuerst in den inneren Membranschichten, zuletzt in der äußeren oder primären Membran; letztere löst sich dann rasch vollständig auf, so daß die Holzzellen sich isoliren und auch ihre Tüpfel nicht mehr erkennen lassen. Außerhalb der weißen Flecken, in den bräunlichgelben Holzpartien werden dagegen die inneren Membranschichten zuerst in Cellulose umgewandelt und aufgelöst, die dünnen, primären Membranen und die Tüpfel bleiben am längsten resistent. Da das Frühjahrsholz weniger lange widersteht als das meist mit Terpenthin sich füllende Herbstholz, und von den weißen Flecken die Zersetzung besonders nach oben und unten schneller sich verbreitet, so findet mehr ein Zerfallen des Holzes in lange Faserpartien statt.

Infectionsversuche. Gegenmaßregeln.

R. Hartig hat durch Infectionsversuche den Beweis geliefert, daß der Pilz die Ursache der Rothfäule ist. Er band ein mycelhaltiges frisches Rindestück auf die gesunde unverletzte Wurzel einer Kiefer und bedeckte die Wurzel wieder mit Erde; von der bezeichneten Stelle aus fand er das Mycelium in Rinde- und Bastgewebe der Wurzel eingedrungen und durch die Markstrahlen in dem Holzkörper sich verbreiten. Von 6 etwa 2—3 M. hohen Kiefern, die in dieser Weise inficirt wurden, starben 4 binnen $1^1/_2$ Jahren unter allen Symptomen der Krankheit. Ferner hat R. Hartig in den Beständen die Infection der Nachbarbäume verfolgt. Ausnahmslos erwiesen sich die dem Infectionsheerde zugekehrten Wurzeln als erkrankt. Kreuzungsstellen einer kranken mit einer gesunden Wurzel und namentlich Verwachsung der Wurzeln, wie dies im Boden häufig vorkommt, sind die Infectionspunkte. Im ersten Stadium zeigt sich der Parasit auf der gesunden Wurzel nur von der Berührungsstelle aus nach beiden Seiten hin auf geringe Entfernung verbreitet. Es beweist das, daß der Pilz in der That primär, als Parasit, auftritt, der Erkrankung vorausgeht. Die Sporen sind zwar sogleich nach der Reife keimfähig, doch ist es noch nicht gelungen aus ihnen die Entwickelung des Pilzes zu verfolgen. Meist treten anfänglich in dem Bestande, nachdem er vielleicht 50 Jahre und länger gesund geblieben ist, nur einige oder wenige erkrankte Stellen auf. Sobald aber einmal die erste Stelle sich etwas vergrößert hat, zeigen sich plötzlich an verschiedenen anderen Punkten des Bestandes neue, wahrscheinlich in Folge Verbreitung der Sporen der nun in größerer Anzahl vorhandenen Fruchtträger. Hat die Krankheit diese Ausdehnung erreicht, so ist nichts mehr zu retten. Sind aber nur eine oder wenige Stellen inficirt, so ist nach R. Hartig ein wirksames Mittel, rings um die erkrankten Stellen Gräben zu ziehen. Diese müssen einen Spatenstich breit sein, und in ihnen müssen alle Wurzeln durchstochen oder durchhauen werden. Diese Isolirgräben müssen auch die am Rande stehenden kränkelnden Bäume mit umfassen, und wenn man in ihnen noch auf faule Wurzeln stößt, noch ein Stück tiefer in den Bestand hinein gelegt werden. Zur Aufforstung

der gerodeten Stellen empfiehlt R. Hartig womöglich Laubholz, da es gegen den Parasiten geschützt ist, anderenfalls aber sind die Pflanzen unter sorgfältiger Aufsicht zu halten, um etwaige Erkrankungen durch noch nicht zersetzte Pilzreste rechtzeitig zu erkennen und solche Pflanzen zu entfernen. Auch tritt nach den Erfahrungen der Forstleute in mit Laubholz gemischten Beständen die Rothfäule gar nicht oder weit weniger auf, vermuthlich weil das Laubholz unterirdisch mehr oder weniger isolirend wirkt.

Ringschäle der Kiefer rc. durch Trametes Pini.

2. **Trametes Pini** *Fr.* Diese Art kommt nach R. Hartig[1]) vorzugsweise auf der Kiefer, demnächst auf Lärchen, weniger auf Fichten, am seltensten auf Weißtannen vor und unterscheidet sich von der vorigen schon darin, daß sie nicht Wurzeln sondern Astbrüche bewohnt. Der Parasit erzeugt hier ebenfalls eine Art Rothfäule, die auch als Ringschäle, Rindschäle oder Kernschäle bezeichnet wird. Seine Fruchtkörper erscheinen als sogenannter „Schwamm" auf den Aesten und Stämmen; es sind sogenannte halbirte, d. h. stiellose und an dem einen Rande angewachsene, mit dem anderen horizontal abstehende Hüte, von polster- oder consolförmiger Gestalt, 8—16 Cm. breit, bis 10 Cm. dick, einzeln oder zu mehreren dachziegelförmig übereinander; sie sind von vieljähriger Dauer, sehr hart, korkig-holzig, braunschwarz, gezont und durch tiefe concentrische Furchen uneben, höckerig und rissig, innen gelbbraun; die Poren stehen unterseits, sind ziemlich groß, rundlich oder länglich, röthlichgelb. Die Fruchtträger vergrößern sich alljährlich: der horizontale Rand wächst um eine neue Zone, welche auf der Unterseite wieder Poren trägt; aber auch das ganze Hymenium setzt eine neue Schicht an, indem die Hyphen der Porenwände an der Spitze sich verlängern und dadurch das Wachsthum der Poren in verticaler Richtung vermitteln, wodurch der Fruchtkörper dicker wird.

Verlauf und Symptome der Krankheit.

Die Krankheit zeigt sich erst in einem gewissen höheren Alter des Baumes. Bodenbeschaffenheit und Klima haben keinen directen Einfluß. Die Infection geschieht an frischen, nicht alsbald verharzten Astbruchflächen; darum ist die Möglichkeit derselben erst von dem Alter an gegeben, wo diejenigen Astbrüche vorkommen, deren Bruchfläche auch Kernholz zeigt, welches sich nicht oder nur schwach mit Harz überzieht. Auch weil die spröderen Aeste in der Krone alter Kiefern leichter durch Sturm und Schnee gebrochen werden, als die jüngeren Pflanzen, sind ältere Bestände vorzugsweise gefährdet. Darum tritt der Parasit auch an Bestandesrändern und anderen dem Sturme stärker exponirten Stellen häufiger als im Innern der Bestände auf. Die vom inficirten Aste ausgegangene Krankheit zeigt sich zunächst im Innern des Baumes nach oben und unten in Form eines etwa fingerdicken rothbraunen Längsstreifen, der im Querschnitt anfänglich nur eine kleine Stelle ist. Da das Mycelium mit Vorliebe in demselben Jahresringe bleibt, so schreitet auch die Zersetzung vorwiegend in peripherischer Richtung fort, und wenn sie nur erst wenige Jahresringbreiten umfaßt, nimmt sie oft schon die halbe Peripherie ein oder bildet einen in sich geschlossenen Ring (Ringschäle). Die Fäulniß verbreitet sich allmählig in der Querrichtung über einen großen Theil des Stammes mit Ausschluß der Splintschicht. Es entweicht nämlich aus dem faulenden Holze der Terpenthin, und es bildet sich auf der Grenze des Splintes und Kernholzes eine verkiente Zone von rosenrother Farbe. Durch das Harz wird die Zersetzung aufgehalten. In dem rothbraun gefärbten Holze

[1]) Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. pag. 47 ff. und Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878. pag. 32 ff.

treten sehr bald unregelmäßig geformte Löcher auf, die sich seitlich vergrößernd in einanderfließen und eine vollständige Trennung zweier Jahresringe bewirken können. Es wird dabei das Holz in lange Fasern oder Blätter zerlegt, welche aus den widerstehenden harzreichen Herbstholzschichten bestehen. Die Löcher zeigen theilweis eine weiße Pilzauskleidung. Bei Fichte und Lärche bilden sich weiße Flecken in dem zersetzten Holze, und in der Mitte derselben entstehen die Höhlungen. Selbst wenn die Fäulniß im Holze bis nahe zum Wurzelstock herabgeschritten ist, erhält die wenn auch dünne Splintschicht den Baum am Leben, er stirbt nicht durch Vertrocknen, sondern wird durch Sturm gebrochen.

Verhalten des Myceliums.

In dem erkrankten Holze findet sich das Mycelium des Parasiten in Form spärlich septirter Fäden, welche innerhalb der Holz- und Markstrahlzellen wachsen und stellenweis durch die Membranen in benachbarte Zellen übertreten. Sie bilden meist reichlich Seitenäste, welche die Seitenwände der Zellen an zahlreichen Punkten durchbohren; da sie meist kurz bleiben und bisweilen nicht bis in das Lumen der Nachbarzelle hineinwachsen, so haben sie einige Aehnlichkeit mit den Haustorien anderer Pilze. Mit fortschreitender Zersetzung entspringen von den dicken Hyphen auch feinere Hyphen. Bei der harzarmen Weißtanne wird der Entwickelung des Mycelium kein Hinderniß bereitet; dasselbe durchzieht den ganzen Holzstamm, durchwächst auch Bast und Rinde und tritt gleichmäßig auf einer großen Fläche hervor, wo es zur Bildung der Fruchtträger kommt. Bei der Kiefer, Lärche und Fichte kann wegen der im Splint sich bildenden harzreichen Zone das Mycelium nur da nach außen dringen, wo ein nicht überwallter Aststumpf eine Brücke aus dem Kernholz bildet. Es verbreitet sich bei der Lärche und Fichte auf eine bis handgroße Fläche, und wo das Mycel zwischen den Borkeschuppen hervorwächst, entsteht ein kleiner Fruchtträger, deren oft viele zu einem Ueberzuge verwachsen. Bei der Kiefer aber verhindert die Verharzung der um den Aststumpf liegenden Rindetheile die Ausbreitung des Myceliums, und es bildet sich nur von dem einen Punkte des Aststumpfes aus ein einziger, aber um so größerer Fruchtträger.

Zersetzungsproceß der Holzzellen.

Die feineren Vorgänge bei der Zersetzung des Holzes zeigen sich zuerst in einer völligen Auflösung der Markstrahlen, die sich dann auf die angrenzenden Holzzellen fortsetzt, wodurch die erwähnten Löcher entstehen. Die erste Veränderung in der Holzzelle besteht darin, daß die mittlere Membranschicht sich von der primären Membran trennt, worauf letztere sich in die beiden den benachbarten Zellen angehörigen Theile spaltet. Die mittlere Schale der Membran wird dann, ohne vorher in Cellulose umgewandelt zu sein, aufgelöst; dann erleiden auch die primäre Membran und die dünne innere Schale dasselbe Schicksal, jedoch nachdem sie vorher in Cellulose sich umgewandelt haben. Mit dieser geringen chemischen Veränderung, die der Auflösung vorausgeht, stimmt auch die von R. Hartig mitgetheilte chemische Analyse solchen Holzes überein, welches, trotz der Substanzverminderung um fast die Hälfte, nur eine geringe Verminderung des Kohlenstoffgehaltes zeigte. An den erwähnten weißen Flecken im Holze, die von einer Vermehrung des Myceliums herzurühren scheinen und in einer Ausbleichung des Holzes bestehen, ist die Zersetzung eine andere, indem zuerst eine Umwandlung aller drei Schalen der Membran in Cellulose stattfindet, worauf die primäre Membran und darnach auch das übrige allmählig gelöst wird.

Infectionsversuche.

R. Hartig senkte in Bohrlöcher gesunder Kiefern einen Span mycelhaltigen kranken Holzes und sah, vorausgesetzt, daß das Mycel noch lebend und

das Bohrloch nicht übermäßig durch Terpenthinerguß erfüllt war, das Mycelium und mit ihm die Krankheit in das Holz des Baumes sich verbreiten. Es gelang ihm auf diese Weise schon 30jährige Kiefern künstlich zu inficiren.

Gegenmaßregeln.

Die Gegenmaßregeln müssen darauf gerichtet sein, die Entstehung von Astwunden an älteren Bäumen zu verhüten. Das Anfliegen von Sporen ist durch Entfernung der mit Schwämmen behafteten Bäume zu verhüten. Die letzteren müssen noch in einem Zustande, wo das untere werthvolle Stammende gesund und nutzbar ist, gehauen werden.

II. Polyporus *Fr.*, Löcherpilz.

Polyporus.

Die Löcherpilze zeichnen sich durch ihr aus zahlreichen, verwachsenen, engen Röhren bestehendes Hymenium aus, welches eine von der Substanz des Fruchtkörpers verschiedene, andersfarbige Schicht darstellt. Von den sehr zahlreichen Arten dieser Gattung wachsen nicht wenige an Nadel- und Laubbäumen, und R. Hartig hat bereits die nachstehend aufgeführten Arten in gleicher Weise wie andere Baumschwämme als Parasiten und Erreger eigenthümlicher Krankheiten hingestellt, wenn auch nicht auf Grund von Infectionsversuchen, so doch von Untersuchungen ihres Auftretens, welches allerdings für diese Auffassung zu sprechen scheint.

Weißfäule der Weißtanne durch Polyporus fulvus.

1. **Polyporus fulvus** *Scop.*, ein wenigstens vorläufig und mit einigem Zweifel von R. Hartig[1]) so bestimmter Löcherpilz, von dem Genannten im Riesengebirge und Schwarzwalde beobachtet, soll eine Weißfäule der Weißtanne (Abies pectinata) veranlassen. Die Fruchtträger kommen an Aesten und am Stamme hervor, ihre Form ist je nach der Ansatzfläche sehr mannigfaltig: an horizontalen Aesten längs der Unterseite derselben oft in einer Erstreckung von 20 Cm. und mehr, an senkrechten Flächen consolförmig, halbkugelig bis dreikantig. Sie sind von vieljähriger Dauer und harter, korkigholziger Beschaffenheit; die sterile Oberseite ist meist nicht deutlich gefurcht, sondern unregelmäßig buckelig, im Allgemeinen glatt und eben, gelb, später aschgrau; auf dem unteren Theile entwickeln sich die genau vertical verlaufenden, ziemlich engen, zimmtbraunen Porenkanäle, welche sich alljährlich verlängern, ohne jedoch dabei irgend welche Schichtung zu zeigen, und bis 3 Cm. lang werden. Das Innere ist löwengelb. Der Pilz soll vorzugsweise an den durch Aecidium elatinum (pag. 491) entstanden Krebsstellen sich ansiedeln, deren Holz, wenn es nur von jenem Parasiten bewohnt ist, gesund und fest, dagegen bei Anwesenheit des Löcherpilzes weißfaul sein soll. Von der Infectionsstelle verbreitet sich das Mycelium nicht blos in der Längsrichtung, sondern auch durch alle Holzschichten und durch die Rinde bis nach außen, wo es die Fruchtträger bildet. Das Holz wird an diesen Stellen mürbe wie lockere Pappe, von geringerem specifischem Gewicht und von schmutzig hellgelber Farbe mit weißen Flecken, oft durch feine dunkele Linien vom gesunden Holz abgegrenzt. Sturm und Schneeanhang brechen die Stämme an der kranken Stelle. Das Mycelium im Holze besteht in den ersten Zersetzungsstadien aus sehr dicken, bräunlichgelben, reichlich septirten Hyphen, die oft traubenförmig gehäufte Seitenäste bilden oder sich unentwirrbar darmförmig verschlingen, in späteren Zersetzungsstadien aber immer feinere und farblose

[1]) Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 40 ff.

Hyphen treiben; zuletzt besteht das Mycelium nur aus einem äußerst zarten, farblosen, reichverzweigten Hyphengeflecht. Die Zersetzung des Holzes zeigt zunächst Aufzehrung des Inhaltes der Markstrahlzellen und stellenweis in deren Wandungen auftretende Löcher, dann Auflösung zuerst der primären Membran, darnach der mittleren und inneren Schale.

P. vaporarius an Fichten und Kiefern.

2. Polyporus vaporarius *Fr.*, verursacht nach R. Hartig[1]) an Fichten und vornehmlich an Kiefern, besonders in älteren Beständen, eine von den Wurzeln, aber auch von oberirdischen Wunden (Schälstellen, Windbrüche) ausgehende Zersetzungserscheinung des Holzes, wobei dasselbe zunächst sich hellbraun, bald darauf dunkel rothbraun färbt und eine auffallende Volumverminderung erfährt, welche Veranlassung zu verticalen und horizontalen Rissen und Sprüngen giebt, durch die das Holz in rechteckige Stücke zerfällt; dasselbe ist sehr leicht und trocken, zwischen den Fingern zu Pulver zerreibbar, geruchlos. Aeußerlich zwischen den Spalten des Holzes und zwischen Rinde und Holz vegetirt das Mycelium, in Holzspalten eine zarte, lockere, weiße Wolle, zwischen der getödteten Rinde und dem Holze eigenthümliche schneeweiße, vielverästelte und anastomosirende, den Rhizomorphen ähnliche Stränge bildend. Nur selten erscheinen in den Spalten oder unter der Rinde auf der Außenfläche des Holzes die Fruchtträger, die bei diesem Pilz nur dünne haut- oder krustenförmige, selten bis zu 5 Mm. dicke, fest aufgewachsene, weiße oder gelblichweiße Ausbreitungen, sogenannte umgewendete Hüte darstellen, deren freie Seite mit der Porenschicht bekleidet ist. Die Kanäle erreichen 3—5 Mm. Länge, stehen vertical, daher sie an den meist auf verticalen Flächen sitzenden Fruchtträgern oft bis zur Hälfte offen sind und langgezogene Mündungen haben.

P. mollis an Kiefern.

3. Polyporus mollis *Fr.*, von R. Hartig[2]) einige Male an Kiefern beobachtet in Begleitung einer Krankheit, die mit der vorigen große Aehnlichkeit hatte. Der Unterschied besteht in dem Fehlen der dort vorkommenden Mycelstränge und wolleartigen Mycelausfüllungen; vielmehr sind die Mycelkrusten kreideartig, wegen der großen Menge von Harz, die sich an den Hyphen ablagert; auch zeichnete sich das zersetzte Holz durch intensiven Terpenthingeruch aus. An dem rothbraunen Holz entstehen in feuchter Luft die Fruchtträger als verschieden große rothbraune Polster, deren bisweilen mehrere zusammenfließen, bald mehr wie eine niedrige Kruste, bald wie eine Console oder ein schirmförmiger Hut mit mehr oder minder centralem Stiele. Sie haben eine weiche, fleischig faserige Beschaffenheit, zottig behaarte Oberfläche, innen rothbräunliche Farbe, etwa 5 Mm. lange, gelblichgrüne, bei Berührung sich rothfärbende Poren und nur kurze, wenigmonatliche Dauer. Im Innern durchziehen Myceliumfäden die Holzzellen in horizontaler und verticaler Richtung, Höhlen und Membranen durchbohrend. Letztere zeigen zahllose spiralige Streifen und Spalten, die zum Theil von den Pilzbohrlöchern ihren Ausgang nehmen.

P. borealis an Fichtenstämmen.

4. Polyporus borealis *Fr.* Dieser seltene Schwamm bewirkt nach R. Hartig[3]) an der Fichte Zersetzungserscheinungen, die von oberirdischen Wundflächen ausgehend über einen großen Theil des Bauminneren sich verbreiten. Die Grenze zwischen dem gesunden und dem kranken Holze ist durch

---

[1]) l. c. pag. 45 ff.
[2]) l. c. pag. 49 ff.
[3]) l. c. pag. 54 ff.

eine dunkler gelbbraun gefärbte Linie bezeichnet; das kranke Holz selbst hat hell bräunlichgelbe Färbung. Etwas von jener Grenze entfernt treten schwärzliche Fleckchen auf, und zugleich mit ihnen zunächst im Frühlingsholze jedes Jahresringes in Abständen von 1—1½ Mm. übereinander radial horizontal verlaufende, von weißem Mycel erfüllte Unterbrechungen des Holzes; in der Tangentialrichtung erstrecken sie sich oft 3—5 Cm. weit. Das Holz zerbricht daher sehr leicht in kleine würfelige Stücke. Aus dem gefällten Holze wuchert das Mycel leicht hervor, und hier bilden sich auch die Fruchtträger. Diese sind frisch sehr saftreich, schön weiß, auf der sterilen Oberseite mehr grau, bald consolenförmig oder mit angedeutetem seitlichen Stiel, 6—7 Cm. breit; auf der Oberseite zottig behaart, ohne concentrische Furchen; die weißen Poren in der Mitte bis 1 Cm. lang. An der Grenze des kranken Holzes sind die Mycelfäden reich verästelt, sehr dick und gelb gefärbt, besonders in den Markstrahlzellen. Darauf schwindet die Gelbfärbung des Mycels; an den schwärzlichen Stellen haben die Mycelfäden tief dunkelbraune Färbung angenommen. Dieselben sterben bald ab und verschwinden. Die Auflösung der horizontalen Partien des Holzes rührt her von der Neigung des Myceliums vorwiegend in horizontaler Richtung zu wachsen, die Wandungen zu durchbohren und aufzulösen; zunächst ist es das Mycel der Markstrahlen, welches die Auflösung in dieser Richtung herbeiführt. Warum dies nur Markstrahlen in bestimmten Abständen sind, ist unerklärt. Mit zunehmender Zersetzung entspringen aus den Mycelfäden immer zartere Hyphen; zuletzt füllen die letzteren wie eine Wolle die Organe aus, nehmen aber wieder dickere Hyphenform an, wenn sie ins Freie treten. Die Membranen werden allmählich von innen nach außen, nach vorheriger Umwandlung in Cellulose, aufgelöst.

Rothfäule der Eichen und anderer Laubhölzer durch P. sulphureus.

5. **Polyporus sulphureus** *Fr.*, ein auf verschiedenen Laubhölzern, am häufigsten auf der Eiche, auch an Nußbäumen, Birnbäumen, Kirschbäumen und Silberpappeln beobachteter Parasit, welcher nach R. Hartig[1]) einen als **Rothfäule** bezeichneten Zersetzungsprozeß hervorruft. Der Ausgangspunkt desselben ist ein oberirdischer Stammtheil, fast immer ein Ast. Wo durch Zusammentrocknen der abgestorbenen Rinde oder aus anderer Veranlassung ein Spalt sich bildet, wächst das Mycel hervor, und es erscheinen an solchen Stellen alljährlich aufs neue die meist zahlreich übereinanderstehenden röthlich-schwefelgelben Fruchtträger, welche halbirte, seitlich angewachsene, meist horizontale, bis 20 Cm. breite, 2—3 Cm. dicke Hüte darstellen, mit welliger, glatter, glanzloser Oberseite; das Innere ist rein weiß, von käseartiger Beschaffenheit, die Poren stehen unterseits, sind eng, etwa 1 Cm. lang, schwefelgelb. Das Holz erhält zuerst fleischrothe Farbe, die dann in eine hell-rothbraune übergeht; noch im ganz festen Zustande zeigt es die großen Gefäße mit weißer Pilzmasse erfüllt, daher auf dem Querschnitte helle Punkte, auf dem Längsschnitte feine weiße Linien. Mit zunehmender Zersetzung wird das Holz leichter und trockener und bekommt in Folge der Volumenverminderung zahlreiche, rechtwinkelig aufeinanderstoßende, radial und tangential verlaufende Risse, die ebenfalls mit weißer Pilzmasse sich erfüllen. Das Holz wird wie mürber Torf zerreibbar, zerfällt in Stücken, und der Stamm wird hohl. Außer in den Gefäßen und Holzspalten findet sich Mycelium, wiewohl spärlich, in den Holzzellen, und zwar reichlicher in dem eben erkrankten, als in dem bereits stark zersetzten Holze. Es sind farblose, die Wandungen durchbohrende,

[1]) l. c. pag. 110 ff.

reichlich verästelte Hyphen, denjenigen gleich, welche die Gefäße und Spalten ausfüllen. Die Zersetzung beginnt mit einer Bräunung der Membranen und des Zellinhaltes und Erfüllung der Holzzellen mit brauner Flüssigkeit, wobei etwa vorhandene Stärkekörner aufgelöst werden. In den Verdickungsschichten der Holzzellen tritt eine bis zur Bildung von Spalten sich steigernde spiralige Streifung ein, und es werden dieselben immer gallertartiger und zuletzt ganz aufgelöst. Die chemische Analyse von Pilzmasse befreiten, stark zersetzten Holzes zeigte eine auffallende procentische Vermehrung des Kohlenstoffs und Verminderung des Sauerstoffs. In dem stark zersetzten Eichenholze ist ein saprophyter Pilz sehr häufig, welcher auch an der Zerstörung des Myceliums des Polyporus arbeitet: in den Holzzellen wachsende septirte, plasmareiche Fäden, an denen zahlreiche, kugelige, farblose Sporen abgeschnürt werden.

Weißfäule der Weiden und anderer Laubhölzer durch P. igniarius.

6. **Polyporus igniarius** *Fr.* **Der Weidenschwamm.** Dieser allbekannte, auch mit dem Namen falscher Feuerschwamm bezeichnete, an den Stämmen verschiedener Laubhölzer, besonders der Weiden und Pappeln, auch der Eichen, Rothbuchen und Weißbuchen, und sehr häufig an den Obstbäumen vorkommende Pilz ist nach R. Hartig's[1]) Untersuchungen ein wahrer Parasit, welcher das lebende Holz befällt und zersetzt und als der gefährlichste Holzparasit der Obstbäume zu betrachten ist. Die harten, bis 0,4 M. großen, sehr verschieden gestalteten, bald fast halbkugeligen, bald mehr dreiseitig hufförmigen, seitlich angewachsenen Fruchtträger sind von vieljähriger Dauer und vergrößern sich alljährlich um eine neue Schicht. Die glanzlose, graue oder schwärzliche Oberseite ist durch ihre meist durch Furchung deutlich abgesetzten concentrischen Zonen ausgezeichnet, auch oft mit zahlreichen Rissen versehen, am jungen Rande sehr fein sammetartig rostbraun. Die poröse Unterseite ist ebenfalls rost- oder zimmtbraun. Nahe dem Rande bilden sich in dem Maaße als dieser wächst, neue Poren, anfänglich in Form kleiner Grübchen. Die Kanäle wachsen auch in lothrechter Richtung, wodurch alljährlich eine neue Zone auf der Porenschicht hinzukommt.

Nach den von R. Hartig an der Eiche angestellten Untersuchungen beginnt die Krankheit an Wundflächen des oberirdischen Stammes und verbreitet sich mit dem Mycelium zunächst im Splint und Bast in verticaler, und von da aus in horizontaler Richtung nach dem Kernholz. Ueberall bringt das Mycelium zunächst eine Bräunung des Holzes hervor, die auf eine Erfüllung der Zellen mit brauner Flüssigkeit beruht, darauf folgt nach Aufzehrung des Zellinhaltes der Holzcemente rasch eine gelblichweiße Farbe. Diese **Weißfäule** ist der charakteristische Zersetzungszustand des Holzes bei diesem Pilze. Ueberall ist daher die weißfaule Partie nach dem gesunden Holze hin von einem braunem Rande eingefaßt. Das weißfaule Holz zeichnet sich durch große Leichtigkeit, Weichheit und ziemliche Trockenheit aus. Das Mycelium dringt zuerst in den Gefäßen vorwärts und verbreitet sich von diesen aus seitlich, besonders durch die Markstrahlen, deren flüssigen Zellinhalt es verzehrt und in denen es vielverästelte, farblose, plasmareiche, stellenweis septirte, oft in verschlungenen Windungen den ganzen Innenraum der Zellen ausfüllende Hyphen bildet. Im weiteren Zersetzungsstadium treten feinere Mycelhyphen auf, welche zu einem unentwirrbaren feinen Filz sich verflechten, bei Luftzutritt aber wieder kräftiger werden. Vom Splint aus geht das Mycel auch ins Bastgewebe, wo es zu einer braunen Pilzmasse erstarkt, und auch nach außen, um

[1]) l. c. pag. 114 ff.

zwischen den Borkerissen, also ohne daß dazu eine Wundstelle nöthig wäre, frei hervor zu treten und die Anfänge von Fruchtträgern zu entwickeln. In dem weißfaulen Zersetzungszustand sind die Verdickungsschichten der Holzzellen in Cellulose umgewandelt, mehr oder minder von der primären Membran abgelöst, spiralig gespalten und schwinden allmählich; gleichzeitig werden auch etwa vorhandene Stärkekörner aufgelöst.

P. dryadeus an Eichen.

7. **Polyporus dryadeus** *Fr.*, von R. Hartig[1]) auf Eichen beobachtet, soll eine von den Aesten ausgehende Zersetzung veranlassen, die zunächst in einer Braunfärbung des Holzes besteht, zu welcher dann längliche, theils gelbe, theils rein weiße Flecken und Strichelchen treten, wobei es aber charakteristisch ist, daß bis zum letzten Zersetzungsstadium auch noch größere und kleinere Theile des Holzes fest und von der ursprünglichen braunen Kernholzfarbe bleiben. In den weißfaulen Flecken sind die Holzelemente in Cellulose umgewandelt und werden aufgelöst; die dadurch entstehenden Höhlungen, sowie besonders die Gefäße erfüllen sich mit weißen, lockeren Mycelmassen; auch stellt sich auf Tangentialflächen eine reichliche Mycelbildung in dünnen Häuten ein. Stellenweis bilden sich im kranken Holze auch zimmtbraune Flecken; und in der Nähe einer äußeren Wundfläche (bei Luftzutritt), wo auch die Fruchtträger sich entwickeln, nehmen die von Mycel ausgefüllten Stellen zimmtbraune Färbung an, weil das Mycel hier aus braungefärbten, sehr dickwandigen Fäden besteht; doch verlaufen auch hier noch in der braunen Masse zarte Stränge weißen Mycels. Die selten sich bildenden, bis 25 Cm. breiten Fruchtträger haben hufförmige Gestalt; R. Hartig hat sie nur in mangelhafter Ausbildung gefunden; die Bestimmung des Pilzes mit dem obigen Namen ist daher nicht jeden Zweifels bar. Die Zersetzung des Holzes in den gelben Partien besteht in einer allmählichen Auflösung der Membranen von innen nach außen ohne vorherige Umwandlung in Cellulose, während in den weißen Flecken die Membranen zuerst die Cellulosereaction annehmen und dann gelöst werden. Auffallend ist dabei die starke Vergrößerung der Bohrstellen, welche die Mycelfäden in den Membranen hervorgebracht haben.

III. Hydnum *L.*, Stachelschwamm.

Hydnum.

Die Stachelschwämme haben ein aus vielen stachelförmigen Vorsprüngen bestehendes Hymenium. Eine Anzahl Arten derselben wächst an Baumstämmen und Stöcken, und eine von diesen ist ebenfalls als Urheber einer parasitären Krankheit bezeichnet worden.

Weißfäule der Eichen und Buchen durch Hydnum diversidens.

Hydnum diversidens *Fr.* Die saftigen, gelblichweißen Fruchtträger bilden sich an Wundstellen des Holzkörpers und an der Rinde völlig zersetzter Aeste, es sind meist dachziegelförmig übereinander stehende, stiellose, halbirte, seitlich angewachsene Hüte, welche das aus ungleichlangen Stacheln bestehende Hymenium auf der Unterseite tragen oder auch umgewendete Hüte, welche ganz aufgewachsen sind und mit der hymeniumtragenden Seite frei liegen. R. Hartig (l. c.) fand den Pilz an etwa 80jährigen Eichen und Buchen, wo er eine von dem inficirten Aste aus im Stamme auf- und abwärts steigende, als Weißfäule zu bezeichnende Krankheit zur Folge hatte. Eine rothbraune Färbung bezeichnet die Grenze des gesunden und kranken Holzes; sie ist hervorgebracht durch Bräunung des Inhaltes der parenchymatischen Zellen,

[1]) l. c. pag. 124.

wobei Aufzehrung des Stärkemehls stattgefunden hat. Die Farbe ändert sich dann rasch in eine graugelbe, die zuerst im Frühjahrsholz der Jahresringe beginnt. Dann tritt an die Stelle des Frühjahrsholzes ein weißes, verfilztes Mycel, etwa 1 Mm. starke Pilzhäute bildend. Das graugelbe Holz ist sehr leicht, mürbe, leicht zerbrechlich. Die Mycelfäden durchbohren hier die Holzzellwände meist rechtwinkelig; die Bohrlöcher erweitern sich trichterförmig. Die Verdickungsschichten heben sich von der primären Membran ab, verwandeln sich gallertartig und werden allmählich gelöst; zuletzt schwinden auch die primären Membranen, wobei das Mycel die erwähnte üppige Entwickelung annimmt. Die Membranen zeigen dabei keine Cellulosereaction.

IV. Thelephora *Ehrh.*, Warzenschwamm.

Thelephora.

Die lederartigen, verschieden gestalteten Fruchtkörper dieser Pilze zeichnen sich durch ihr glattes (weder mit Vertiefungen, noch mit Vorsprüngen versehenes) Hymenium aus, welches der Substanz des Fruchtkörpers unmittelbar aufgewachsen ist. Die meisten Arten wachsen auf der Erde. Für uns kommt nur in Betracht:

Rebhuhn des Eichenholzes durch Thelephora perdix.

Thelephora perdix *R. Hart.* Diese von R. Hartig[1]) neu aufgestellte Pilzspecies fand Derselbe als die Ursache eines Zersetzungsprozesses des Eichenholzes, der bei den Förstern Rebhuhn heißt. Er zeigt sich besonders häufig am unteren Stammende älterer Eichen und besteht in einer dunkelrothbraunen Färbung des Holzes, bald in mehr oder weniger geschlossenen Ringen, bald durchweg bis zur Splintschicht, wobei auf dem dunkeln Grunde weiße Flecken in der verschiedensten Anordnung und Größe auftreten, die sich schnell zu scharf umränderten Höhlungen mit meist schneeweißer Wandbekleidung auflösen, deren Größe von der eines Borkenkäferganges bis zu dreifacher Größe variirt. Allmählich vergrößern sich die Höhlungen, während die dazwischen liegende Holzmasse große Festigkeit behält. An der Grenze des gesunden und kranken Holzes sind farblose, wenig septirte, reich verästelte, dünnwandige Hyphen durch die Holzzellen und deren Membranen gewachsen. Besonders auffallend ist die bis zu den letzten Zersetzungsstadien und auch an dem die Höhlen erfüllenden Mycelium erkennbare, sehr ungleiche Stärke der Pilzhyphen und deren Aeste. Aus dem zersetzten Holze wächst das Mycelium hier und da auf die freie Oberfläche hervor, um eine dünne, bräunlichgelbe Schicht zu bilden von Stecknadelkopfgröße bis zu mehreren Centimeter Durchmesser, den Anfang eines Fruchtträgers. Auch im Innern der Höhlungen können sich, wenn die Eiche schon mehr oder weniger hohl ist, Fruchtträger bilden. Diese stellen eine ausgebreitete, aufgewachsene Kruste dar, deren ganze freie Oberfläche mit der Hymeniumschicht bedeckt ist. Sie sind perennirend und zeigen ein eigenthümliches periodisches Wachsthum, indem die Mehrzahl der vorher steril gebliebenen Basidien an der Spitze weiter wächst, um eine neue Hymeniumschicht über der alten zu bilden. Indem sich dies vielmal wiederholt, bekommt der Fruchtträger einen geschichteten Bau und allmählich nahezu halbkugelige Form.

Die braune Färbung des Holzes rührt von dem gebräunten Inhalt der parenchymatischen Zellen her, in denen das Stärkemehl zunächst unverändert

---

[1]) l. c. pag. 103 ff.

bleibt. Dann heben sich die gebräunten Verdickungsschichten von der primären Membran ab und lösen sich, nachdem die braune Farbe verschwunden ist, zugleich mit den Stärkekörnern auf. Die Membranen verwandeln sich bei der Entfärbung in Cellulose. Zuletzt schwinden auch die primären Membranen. Die schneeweiße Mycelbekleidung der Höhlen ändert sich später in eine gelblichweiße, wobei eine üppige Mycelentwickelung in allen Zellen stattfindet, deren Membranen an unzähligen Stellen von den Fäden durchfressen werden und sich auflösen, aber dabei keine chemische Veränderung erleiden.

V. Stereum *Pers.*

Stereum.

Von der vorigen Gattung ist diese nur dadurch unterschieden, daß zwischen dem Hymenium und der Substanz des Fruchtkörpers eine faserige Zwischenschicht sich befindet. Von den vielen auf Baumstämmen wachsenden Arten ist bis jetzt folgende als Ursache einer Holzkrankheit bezeichnet worden.

Mondringe und weißpfeifiges Holz der Eiche durch Stereum hirsutum.

Stereum hirsutum *Fr.* (Thelephora hirsuta *Willd.*), ein gemeiner Schwamm an Stämmen verschiedener Laubbäume, dessen Fruchtträger äußerlich, meist aus der todten Rinde hervortreten, in Form halbirter, an der Seite ohne Stiel angewachsener, horizontaler, lederartiger Hüte mit rauh behaarter, undeutlich concentrisch gezonter, graubrauner Oberseite und gelblicher, glatter und kahler Hymenialfläche. Nach R. Hartig[1]), der das Vorkommen des Pilzes an Eichen untersuchte, bringt derselbe im Holze eine dunkelbraune Färbung hervor, die im Querschnitt zunächst in der Breite mehrerer Jahresringe auftretend sogenannte **Mondringe** bildet; dann verfärbt sich die Mitte des braunen Mantels gelb oder schneeweiß, welchen Zustand man als **gelb- und weißpfeifiges Holz** bezeichnet. Häufig wird aber die ganze Holzmasse, besonders der innere Kern, auch Aststumpfe, oder aber gleichmäßig das ganze Holz in dieser Weise zersetzt, wobei weißes Pilzmycel an die Stelle des Holzgewebes tritt. Die Markstrahlen beginnen diese Umwandlung zuerst. Das Mycelium zeichnet sich durch seine meist äußerst feinen, reich verästelten Hyphen aus. Der Auflösungsprozeß des Holzes ist wiederum von zweifacher Art: wo auf den braunen Zustand rasch der schneeweiße folgt, eine Entfärbung und Umwandlung aller Zellwände in Cellulose unter spät erfolgender Auflösung des Stärkemehls, dagegen in dem gelben Zersetzungszustande eine Auflösung der Zellwände vom Lumen aus, ohne vorherige Umwandlung in Cellulose und eine rasche Auflösung des Stärkemehls unter üppiger Entwickelung zarten Mycelfilzes.

VI. Agaricus melleus *Vahl*, der Wurzelpilz.

Agaricus melleus.

Die Fruchtträger dieses unter dem Namen „Hallimasch" bekannten eßbaren Schwammes wachsen meist in Mehrzahl, selbst zu Hunderten am Grunde der Stämme oder an den Wurzeln der von ihm getödteten Bäume oder in unmittelbarer Nähe derselben aus dem Boden heraus. Es sind 5—13 Cm. hohe 4—10 Cm. breite, ziemlich flache, in der Mitte gebuckelte Hüte mit langem, centralem, unten verdicktem Stiel, welcher in

[1]) l. c. pag. 129 ff.

der Mitte einen häutigen Ring trägt. Die Oberfläche des Hutes ist hellbraun, in der Mitte dunkler, mit dunkelbraunen haarigen Schüppchen besetzt, der Stiel fleischig, massiv, blaß, bräunlichgelb und ebenfalls schuppig, die Lamellen weißlich, mit dem Stiel zusammenhängend. Das unterirdische Mycelium dieses Pilzes befällt die lebenden Baumwurzeln und hat deren Tod zur Folge. Die Krankheit, welche dadurch veranlaßt wird und welche bereits an sehr vielen Holzgewächsen bekannt ist, kann mit Rücksicht auf die Symptome als Wurzelpilz bezeichnet werden.

Wurzelpilz der Waldbäume.

1. Der Wurzelpilz der Waldbäume. R. Hartig[1]) hat nachgewiesen, daß Agaricus melleus die Ursache einen sehr verbreiteten, unter dem Namen Harzsticken, Harzüberfülle oder Erdkrebs bekannten Krankheit in den Nadelholzwaldungen ist. Zwischen dem 5- und 30jährigen, zuweilen auch noch in höherem Alter, tritt plötzlich Absterben einzelner Pflanzen ein, das sich in den folgenden Jahren auch auf die Nachbarpflanzen erstreckt, so daß kleinere und größere Lücken in den Beständen entstehen. Die Krankheit ist beobachtet worden an Pinus sylvestris, Strobus und Pinaster, Abies excelsa und pectinata, Larix europaea, Chamaecyparis sphaeroidea und obtusa, aber auch an Laubhölzern, wie Prunus avium, Sorbus aucuparia, Crataegus monogyna, Betula alba, Fagus sylvatica. In der Nähe der Wurzeln findet sich in der Erde die für diesen Pilz charakteristische Myceliumform, welche man als Rhizomorpha bezeichnet: dünnen Wurzeln ähnliche, runde Stränge von dunkelbrauner, innen weißer Farbe mit zahlreichen Verzweigungen (in dieser Form früher als Rhizomorpha subterranea *Pers.* bezeichnet). Die Rhizomorphen umklammern hier und da die Wurzeln, dringen in deren Rinde ein und wachsen zwischen Bast und Holzkörper weiter in Gestalt mehr plattgedrückter bis bandförmiger, ebenfalls brauner Stränge, welche zahlreiche, rechtwinkelig abgehende, dünnere Zweige aussenden (diese Form früher Rhizomorpha subcorticalis *Pers.* oder Rh. fragilis *Roth* genannt), gehen hier aber auch in oft fächerförmig sich verbreitende, schneeweiße, hautartige Myceliumlappen über, welche sich im Stamme meist nicht weit über die Erdoberfläche nach oben erstrecken. Der im lebenden Baste der Wurzeln wachsende Pilz tödtet dieselben, und diese zeigen dann meist aufgesprungene Rinde, und bei Nadelhölzern, wenigstens an den stärkeren Wurzeln und dem Wurzelstocke, meist reichlichen Harzerguß, durch welchen die benachbarte Erde verkittet und an den Wurzeln festgehalten wird. Der Tod der Wurzeln führt rasch das Dürrwerden und Absterben des ganzen Baumes herbei, und darin zeigt die Krankheit eine Aehnlichkeit mit der echten Wurzelfäule (pag. 153), so daß man sie wol auch mit diesem Namen bezeichnet hat, doch unterscheidet sie sich schon darin, daß bei ihr die Bäume dürr werden, bei jener noch lebend umfallen. R. Hartig hat aus dem Mycelium, welches in den Wurzeln verbreitet ist, die Fruchtträger des genannten Schwammes mit Sicherheit hervorgehen sehen an Pinus sylvestris und Strobus, Abies excelsa, Larix europaea, Prunus avium, Sorbus aucuparia, Betula alba. Sie entspringen entweder von den hautartig ausgebreiteten Myceliumlappen, die zwischen den Rinderissen des Stockes oder oberflächlich streichender Wurzeln hervorkommen, oder aus den runden Rhizomorphensträngen, welche von der

---

[1]) Bot. Zeitg. 1873, pag. 295. — Wichtige Krankheiten der Waldbäume, pag. 12 ff. — Zersetzungserscheinungen des Holzes, pag. 59 ff.

befallenen Pflanze aus die Erde durchziehen, wobei sich selbst noch an Fruchtträgern, die in 0,3 M. Entfernung von letzterer standen, die Verbindung durch einen Rhizomorphenstrang beim sorgfältigen Ausgraben nachweisen ließ.

Verhalten des Myceliums und Wirkung desselben auf die Pflanze.

Das Mycelium wächst im lebenden Baste von den Wurzeln aus im Stamm aufwärts so lange bis das inzwischen eintretende Dürrwerden des Baumes auch das Vertrocknen des Bastes zur Folge hat. Darum gelangt es an jungen Pflanzen nicht weit über die Wurzeln, an älteren Bäumen aber bisweilen bis zu einer Höhe von 2—3 M. Außerdem wächst das Mycelium aber auch in den Holzkörper hinein und bewirkt an den Wurzeln und unteren Stammtheilen vor oder nach deren Tode einen Zersetzungsprozeß des Holzkörpers, der ebenfalls von R. Hartig an der Fichte untersucht worden ist. Die Randhyphen der Rhizomorpha subcorticalis gelangen aus dem Baste in den Holzkörper entweder durch die Markstrahlen oder auch durch unmittelbares Eindringen in die Wandungen der Holzfasern. Wenn durch das Vertrocknen des Bastes dem Aufwärtswachsen der Myceliumhäute ein Ziel gesetzt ist, so entwickeln sich in dem zwischen der vertrockneten Rinde und dem Holze gebildeten Raume zahlreiche, runde, schwarzbraune, der Rhizomorpha subterranea entsprechende Stränge und wachsen der Oberfläche des Holzes innig angeschmiegt noch weit am Baume empor, den Holzkörper mit einem regellosen Netzwerk umspinnend. Auch von diesen Rhizomorphensträngen dringen zahlreiche Hyphen, die aus der äußeren Rinde derselben entspringen, in der eben bezeichneten Weise in den Holzkörper ein. Hier verbreiten sie sich besonders in den Harzkanälen rasch und zerstören das angrenzende Holzparenchym, wodurch sie Harzausfluß (Harzsticken) veranlassen. Da, wo ein Rhizomorphenstrang dem Holze anliegt, färbt dieses sich braun, und die Färbung rückt als feine, dunkle Linie tiefer in das Innere des Holzes, oft im Holzquerschnitt ein Dreieck bildend, dessen Basis in der Oberfläche liegt. Sind Pilzhäute um die ganze Oberfläche des Holzkörpers gelagert, so dringt die braune Linie gleichmäßig in das Innere vor. Oft läuft sie auch in unregelmäßigen Linien durch das Holz. Derjenige Theil des Holzkörpers, welcher zwischen der braunen Linie und der Oberfläche liegt, ist von schmutzig gelber Farbe, sehr weich und mürbe. Diese Zersetzung wird durch die im Holze verbreiteten Mycelfäden bewirkt. Das zuerst vordringende Mycel in den Markstrahlen und den angrenzenden Holzfasern ist einfach fädig, sparsam septirt und treibt zahlreiche zarte Seitenhyphen, welche rechtwinkelig die Membranen durchbohren. Wo eine Hyphe an der Holzzellmembran anliegt, frißt sie nicht selten unter sich ein Loch in die Wand. Im dickwandigen Herbstholze, und zwar seltener bei der Fichte als bei der Kiefer, bohren die Fäden sowol horizontale als auch lothrechte Kanäle in den Wandungen. Die braunen Linien werden dadurch gebildet, daß in den dort befindlichen Holzzellen die Mycelhyphen blasenförmige Anschwellungen bilden, die in der Regel das ganze Innere der Zelle als blasig schaumige Zellgewebsmasse ausfüllen und braun gefärbt sind. Mit dem Absterben und Schrumpfen des blasigen Myceliums schwindet die Färbung, und einfache, dünne Hyphen treten an die Stelle. Das Holz ist dadurch in den weichen Zersetzungszustand übergegangen: seine Membranen zeigen die Reaction reiner Cellulose und sind von innen nach außen allmählich dünner geworden, die Bohrlöcher der Mycelfäden erweitert. Endlich löst sich auch die äußere primäre Membran und mit ihr verschwindet der Tüpfel.

An oberirdischen Baumtheilen dringt, wegen des Trockenwerdens des Baumes, das Mycelium und der Zersetzungsprozeß vielleicht kaum tiefer als

10 Cm. nach innen. An Wurzeln und Wurzelstöcken aber findet der Pilz die Bedingungen zu einer üppigen Entwickelung auf eine größere Reihe von Jahren, und R. Hartig hat nicht nur gesehen, daß in der Nähe von durch den Parasiten getödteten älteren Kiefern noch nach 5 Jahren die Fruchtträger aus dem Boden hervorkommen, sondern er hat auch nachgewiesen, daß der Pilz unter diesen Umständen auch als Saprophyt auftritt, der in den völlig abgestorbenen und der Wund- und Wurzelfäule (s. pag. 153) unterliegenden Baumtheilen nebst anderen Pilzmycelformen an der Zersetzung des Holzes sich betheiligt.

Der Nachweis des echten Parasitismus des Agaricus melleus ist durch R. Hartig's Beobachtungen erbracht, welche den ansteckenden Charakter der Krankheit bestätigt haben. Dieselbe verbreitet sich in den Beständen von gewissen Punkten aus im Laufe der Jahre radial nach außen. Die Pilzbildung an den Wurzeln geht dem Erkranken der Pflanze voran, und es läßt sich beobachten, wie gesunde Bäume von benachbarten kranken inficirt werden. In gemischten Beständen können Kiefern Fichten und umgekehrt anstecken. Andererseits hat Brefeld[1]) durch künstliche Culturen auf Pflaumendecoct und Brodrinde die Sporen des Pilzes zur Keimung, zur Bildung des Myceliums und der charakteristischen Rhizomorphenstränge bringen können, wodurch ebenfalls der Beweis geliefert wird, daß die Rhizomorphe in den Entwickelungsgang dieses Pilzes gehört.

Gegenmaßregeln.

Die Maßregeln, die sich aus dem Gesagten ergeben, um gegen die Krankheit einzuschreiten, sind Ziehung von Isolirgräben rings um die erkrankten Plätze, um die unterirdische Infection gesunder Bäume zu verhüten, und Ausrodung nicht nur der erst kürzlich getödteten, sondern auch der schon längere Zeit abgestorbenen Wurzeln und Stöcke, weil der Pilz an diesen als Saprophyt noch lange fortlebt; auch wird die zeitige Entfernung der jungen Fruchtträger der Verbreitung des Pilzes entgegen wirken.

Wurzelpilz des Weinstockes.

2. Der Wurzelpilz des Weinstockes. In den letzten Jahren ist eine verheerende neue Krankheit des Weinstockes in Frankreich, der Schweiz und in Baden aufgetreten, die anfänglich vielfach mit den Verheerungen durch die Reblaus verwechselt, dann als „Blanc des racines“ bezeichnet worden ist. Ich bespreche diese Krankheit an dieser Stelle, weil ich sie entweder für identisch oder doch nahe verwandt mit der durch Agaricus melleus erzeugten halte. Sie ist charakterisirt durch das Auftreten eines Pilzmyceliums auf den Wurzeln, wobei die oberirdischen Theile kränkeln, gelb und welk werden und absterben. Es liegt mir ein Bericht vor, den Herrn Schäfer, Vorstand der landwirthschaftl. Schule zu Hagnau am Bodensee über die in der dortigen Gegend aufgetretene Krankheit an das technische Büreau des deutschen Weinbauvereins zu Karlruhe, Herrn W. Dahlen, gerichtet hat. Ich verdanke beiden Herren nicht nur die Erlaubniß, daraus das auf die Krankheit Bezügliche mitzutheilen, sondern auch die Zusendung kranker Pflanzen, die mir zu mehreren Untersuchungen dienten. In den Weinbergen beginnen an einzelnen Stellen die Reben zu kränkeln und sterben ab; diese Stellen werden allmählich jedoch sehr langsam größer, indem das Absterben am Rande derselben ringsum fortschreitet. Wenn man andere Pflanzen, z. B. Bohnen, Kartoffeln, Runkeln an die leer gewordenen Stellen bringt, so gehen dieselben gewöhnlich auch

[1]) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 16. Mai 1876. — Bot. Zeitg. 1876, pag. 646.

unter denselben Erscheinungen zu Grunde. Auch amerikanische Reben, die man nachpflanzte, wurden von der Krankheit ergriffen. An den kranken Weinreben, sowol an denjenigen, die ich von Hagnau als auch an solchen, die ich aus Müllheim in Baden erhielt, finde ich übereinstimmend und ausnahmslos auf den Wurzeln und den in der Erde befindlich gewesenen Theilen des Stammes ein üppig entwickeltes Mycelium in Form zarter, faseriger Häute und Stränge von theils schneeweißer theils gelblicher, theils aschgrauer oder bräunlich-schwarzer Farbe, welche den genannten Theilen nicht bloß oberflächlich anhaften, sie oft ganz umspinnend, sondern auch unter die Schuppen der Rinde eindringen und durch die Rinde bis nach der Grenze des Holzes sich verbreiten; auf der Oberfläche des Holzes wachsen sie dann oft in strahlig faserigen Ausbreitungen weiter; an manchen Stellen brechen sie wieder aus der noch nicht abgelösten Rinde hervor in Form heller Pusteln oder faseriger Bänder oder Stränge. Auch zwischen der angrenzenden Erde verbreitet sich das Mycelium von den Wurzeln aus; die von kranken Theilen abgelösten Erdstückchen sind gewöhnlich damit reich durchwuchert. Die Rinde der mit dem Pilz behafteten Wurzeln ist ist augenscheinlich abgestorben, gebräunt, aufgelockert, rissig, vertrocknet, beziehendlich faulig; das Holz wird mürbe und brüchig. Oft kommt aus einem schon stark zersetzten älteren Stammstücke ein jüngerer Trieb, der oberirdisch noch sich belaubt hat; aber von dem kranken Stücke aus hat sich dann oft schon der verpilzte Zustand auf die Basis des Triebes verbreitet und bringt diesen ebenfalls zum Absterben. Die Fäden der dunkelen, lockeren Mycelhäute sind ziemlich dick, braun- und derbwandig, septirt, reich verzweigt und dadurch charakteristisch, daß der Faden oft unterhalb der Scheidewand blasig aufgetrieben ist. Die weißen Häute und Stränge bestehen aus Fäden von genau derselben Beschaffenheit, nur sind sie farblos und offenbar jüngere Zustände der später gebräunten Hyphen; doch geben sie auch vielen feineren Zweigen den Ursprung, an denen die blasigen Anschwellungen gewöhnlich fehlen. Die gelben Mycelien sind meist die feinfädigsten und dicht verfilzten. Die eigentlichen stärkeren, dunkelen Rhizomorphenstränge, die sowol auf der Wurzel wie innerhalb der Wurzelrinde sich bilden, bestehen aus einem hellen, parallelfaserigen Mark, welches den gelblichen Mycelsträngen in seiner Beschaffenheit entspricht, und aus einer dunkelbraunen Rindeschicht. Letztere stellt ein braunwandiges Pseudoparenchym dar, hervorgegangen aus erweiterten und dicht verbundenen Hyphen. Wo die Rhizomorphe im Gewebe der Wurzelrinde entsteht, da schließt sie oft in ihrem Marke noch Gewebereste ein, und jenes Pseudoparenchym bildet sich in der Höhlung der Rindezellen, die dann von einer schaumigen, braunen Gewebemasse erfüllt werden, wie sie oben von den schwarzen Linien im Fichtenholze bei Agaricus melleus beschrieben wurde. An Stellen, wo der Rhizomorphenstrang frei liegt, ist er noch mit einer Hülle lockerer, schwärzlichen Fäden umgeben,, indem nach außen das Pseudoparenchym in die gewöhnliche Mycelform sich auflockert. Nach dem Holz gelangt das Mycelium hauptsächlich durch die breiten Markstrahlen des Bastes, welche es in zahlreichen, feinen Fäden durchzieht, wächst dann ebenso auch in den Markstrahlen des Holzes und von da in die Holzzellen, endlich auch in das Mark, alle diese Gewebe mehr oder weniger bräunend, theils in der Membran, theils durch braune, amorphe Zersetzungsprodukte in den Höhlungen der Zellen. Nach dem Absterben des Bastes verbreitet sich das Mycelium auch zwischen Holz und Bast üppig weiter. Doch habe ich im Holze nur selten, und zwar nur nahe der Oberfläche die im Fichtenholze bei Agaricus melleus vorkommenden schwarzen

Linien gefunden, die hier auf dieselbe Weise wie dort entstehen. Von Phylloxera oder anderen Insekten habe ich an den kranken Reben keine Spur finden können. Die erkrankten Bohnen, welche man in Hagnau an den Stellen gezogen hatte, auf welchen die untersuchten kranken Reben gestanden hatten, wurden mir im frischen Zustande zur Untersuchung übersendet: wiederum dasselbe weiße bis bräunliche, locker fädige oder Stränge oder Häute bildende Mycel, dicht auf der Oberfläche der Wurzeln und des Wurzelhalses wachsend, bis an die Bodenoberfläche oder noch ein Stück weiter heraufgehend, auch von den Wurzeln aus in die anhängenden Bodentheile sich erstreckend, die Beschaffenheit der Mycelfäden bis ins kleinste Detail mit denen des Weinpilzes übereinstimmend. Vielfach zeigten sich die ersten Angriffspunkte an den noch gesunden Wurzeln: bisweilen an einem einzigen Punkte einer solchen der Ansatz einer weißen Pilzmasse und allemal genau an dieser Stelle auch das Gewebe der Wurzel gebräunt und eingesunken, und stets geht diese Verderbniß so weit als der Pilz reicht. Anfänglich setzt sich das Mycel nur streng epiphyt an, und das genügt schon um die Wurzelepidermis zu tödten. Hat der Pilz die oberflächlichen Gewebe zerstört, so dringt er auch ins Innere zwischen die Zellen der Rinde und des Holzringes ein, überall rasch Tod und Fäulniß erzeugend. Die größte Angriffsfläche findet der Pilz am Wurzelhalse und unteren Stengelende da, wo die meisten stärkeren Wurzeln zusammentreffen. Hier dringt das Mycelium bis in die Markhöhle vor und, begünstigt durch den Schutz, den diese gewährt, wächst es hier im Stengel bis zu 2 Cm. über den Boden empor, die Markhöhle in dieser ganzen Erstreckung inwendig röthlichbraun oder schwärzlich färbend und mit einer lockeren, wolligen, schneeweißen Mycelmasse ausfüllend, deren Fäden alle in der Längsrichtung hinaufgewachsen sind und denen des Myceliums auf den Wurzeln gleichen. Diese weiße Watte ist gewöhnlich durch die mehrfach beschriebene schwärzliche, pseudoparenchymatische Schicht begrenzt. Ebensolche schwarze, dünne Häute oder Krusten bilden sich auch später äußerlich auf dem Holze der abgestorbenen Stengelbasis und werden, wenn die Rinde sich ablöst, wie eine schwarze Marmorirung sichtbar. Sie sind den Rhizomorphenbildungen in der Rebenrinde analog, aber entsprechend den dünneren Stengeln hier schwächer und dünner. Selbst wenn das ganze Wurzelsystem durch den Pilz getödtet wird, sucht der noch lebende Stengel immer wieder durch Bildung neuer Nebenwurzeln, die nahe am Boden hervorbrechen, sich zu erhalten. Da aber auch diese bald ergriffen werden, so kränkelt die Pflanze fort und geht endlich ein. Ich habe Feuerbohnen ausgesäet in Töpfen, nachdem ich die Erde derselben vermischt hatte mit Stücken der durch den Pilz getödteten Nebenwurzeln und Erdstückchen, die von den kranken Wurzeln abgelöst worden waren, wodurch also das Mycelium in die Erde gebracht wurde. Die im August gesäeten Pflanzen wurden im December untersucht. Sie hatten es zwar bis zum Blühen gebracht, die Blüten fielen aber ab, die unteren Blätter waren welk und gelb geworden und zum Theil abgefallen; die unterirdischen Theile zeigten mit Ausnahme junger Nebenwurzeln, die vor kurzem noch aus der Basis des Stengels in der Nähe der Bodenoberfläche getrieben worden waren, das ganze Wurzelsystem abgestorben und abgefault. An vielen Stellen der Oberfläche der Wurzeln hatten sich faserige Stränge und Häute von Mycelium angesetzt, das Mark des unteren Wurzelhalses und unteren Stengelendes zeigte sich meist gebräunt, hohl, und die Höhlung mit weißem Pilzmycel ausgekleidet. Die Fäden des Myceliums waren in jeder Beziehung den oben beschriebenen gleich. Die Uebereinstimmung des

Pilzes und der Symptome der Krankheit beweisen, daß die Infection vollkommen gelungen war. Es geht daraus hervor, daß die Krankheit durch das Mycelium auf gesunde Pflanzen übertragen wird, daß die Infection im Boden auf die Wurzeln stattfindet, daß der Parasit auf sehr verschiedenartigen Pflanzen gedeiht und daß derselbe Pilz von einer Nährspecies auf eine andere übergehen und die Krankheit übertragen kann. Eine Aehnlichkeit mit dem Agaricus melleus besteht endlich auch darin, daß der Pilz an den von ihm getödteten Pflanzentheilen auch noch als Saprophyt weiter vegetiren kann. Stücke faulender Rebenwurzeln und Stämme, welche Mycel enthielten, legte ich auf feuchten Boden in Töpfen aus. Das Mycel brach üppig daraus hervor und überzog die Oberfläche der Erde in graubraunen, faserigen, lappigen Häuten, die sich zum Theil auch in die Lücken der Erde vertieften. — Nachdem ich mit meinen Untersuchungen zu Ende war, wurden mir die Mittheilungen Schnetzler's[1]) über die neue Krankheit des Weinstockes bekannt. Er beobachtete dieselbe 1877 an Reben von Sion und Cully (Vadland) und hat ebenfalls das parasitische Mycel aufgefunden. Pfirsichbäume, Mandel- und Pflaumenbäume, die in den Weinbergen wuchsen, wurden ebenfalls durch den Pilz getödtet. Er hält denselben wegen seiner Rhizomorphenstränge bestimmt für den Agaricus melleus und fand auch einen diesem Pilz gleichenden Fruchtträger am Grunde eines Weinbergpfahles, von dem aus eine Rhizomorphe sich nach den Rebenwurzeln verbreitete. Die Uebereinstimmung mit dem Agaricus melleus ist allerdings nach meinen Untersuchungen eine so große, daß sie zu dieser Annahme zu zwingen scheint, und auch das nachgewiesene Vorkommen auf Kräutern dürfte nicht dagegen sprechen. Trotzdem ist diese Annahme so lange unerwiesen, als man nicht die Fruchtträger des Pilzes aus dem Mycel der kranken Reben hat hervorgehen sehen oder erfolgreiche Infectionen damit ausgeführt hat. Daß Agaricus melleus in der Umgebung von Neapel einmal auf Wurzeln alter Weinstöcke gefunden worden ist,[1]) entscheidet für unsere Frage nichts. Häufig kommen jedenfalls die Fruchtträger des Pilzes in den Weinbergen nicht vor; es liegt das vielleicht an ungenügender Ernährung des Parasiten, an der Kleinheit der Nährpflanze. Auf den Wurzeln von Reben, die unter Symptomen abgestorben waren, die die Vermuthung nahe legen, daß es sich um die in Rede stehende Krankheit handelte, hat von Thümen[2]) einen Pilz gefunden, den er Roesleria hypogaea nennt: gesellig wachsende, 1—$2^1/_2$ Mm. große, gestielte Köpfchen, welche Sporenschläuche enthalten. Daß dieser etwas anderes als ein Saprophyt ist, ist nicht erwiesen. Mit dem von mir beschriebenen Pilze stimmt er in keinem Punkte überein. Ich habe auch an meinen Reben keine Spur von ihm gefunden. Die Krankheit endlich, welche Fuckel[3]) im Rheingau als Gelbsucht des Weinstockes bezeichnete, könnte in Anbetracht der äußeren Aehnlichkeit ihres Auftretens in den Weinbergen mit der in Rede stehenden identisch sein. Derselbe hält zwar einen auf den Blättern solcher kranken Reben gefundenen Pilz, der eine Conidienträgerform darstellt und Spicularia Icterus *Fuckel* genannt worden ist, für die Ursache der Krankheit, hat jedoch nichts als Begründung dieser Behauptung beigebracht. Der Pilz könnte sehr wol secundär und

---

[1]) Observations faites sur une maladie de la vigne connue vulgairement sur le nom de „Blanc", in Compt. rend. 1877, pag. 1141 ff.

[1]) Vergl v. Thümen, Pilze des Weinstocks. Wien 1878. pag. 209.

[2]) l. c. pag. 210.

[3]) Symbolae mycologicae, pag. 359.

saprophyt auf dem abgestorbenen Laube aufgetreten sein. Da Fuckel's Beobachtungen schon aus dem Jahre 1869 datiren, wo die Reblaus erst im südlichen Frankreich sich zeigte, so ist es nicht wahrscheinlich, daß diese die Ursache war.

Gegenmaßregeln.

Die zu ergreifenden Maßregeln werden sein: Ziehung von Isolirgräben in den Weingärten rings um die erkrankten Stellen, Wurzel- und Stockrodung der getödteten Reben, längere Unterlassung jeglichen Anbaues, auch krautartiger Pflanzen auf den inficirten Stellen, weil dadurch der Pilz nur neues Leben erhalten würde; hölzerne Weinpfähle, besonders kieferne und fichtene, an denen etwa Agricus melleus vorhanden sein könnte, sollten nur stark getheert verwendet werden.[1])

Wurzelkrankheit der Kastanienbäume.

3. Eine Wurzelkrankheit der Kastanienbäume ist nach Planchon[2]) seit dem Jahre 1871 in Frankreich, zuerst in den Cevennen, dann auch in anderen Gegenden verheerend aufgetreten, wobei die Aeste einer nach dem andern oder plötzlich zugleich dürr werden, was im letzteren Falle den Tod plötzlich, im ersteren nach 2 bis 9 Jahren herbeiführt. Dies ist die Folge eines Absterbens der Wurzeln, welche an ihrer Oberfläche ein weißes, bis ins Cambium dringendes Pilzmycelium haben und erweichtes Rindegewebe zeigen.[3])

Wurzelkrankheit der Apfelbäume.

4. Ein von Decandolle[4]) schon 1815 erwähnter und **Rhizoctonia mali** *DC.* genannter Pilz, der auf den Wurzeln der Apfelbäume in Luxemburg und Montpellier beobachtet wurde und aus weißen, auf den Wurzeln wachsenden Pilzfasern bestand, ist vielleicht auch Agaricus melleus gewesen.

---

[1]) Nach Niederschrift des Obigen, kam Millardet's Aufsatz über diese Krankheit (Le „Pourridié de la vigne“, in Compt. rend. 11. August 1879, pag. 379) zu meiner Kenntniß. Darnach ist dieselbe auch im Departement Lot et Garonne bekannt unter dem Namen **Champignon blanc** und **Blanquet**. Der Pilz wird wegen der Rhizomorphenstränge für identisch mit **Agaricus melleus** gehalten, wiewol Fruchtträger noch nicht gefunden wurden. Die Krankheit sei häufig mit **Phylloxera** complicirt. Es wird sogar angenommen, daß der Pilz erst nach dem Befallen durch die Reblaus auftrete, wenn diese schon wieder verschwunden sei, daß er aber den gesunden Reben nichts schade. Diese Annahme ist nach meinen obigen Mittheilungen nicht zutreffend. — In der Umgegend von Bologna fand Bertoloni (citirt in Just, botanischer Jahresber. f. 1877, pag. 100) sehr verschiedene Pflanzen, als **Ficus carica, Iuglans, Prunus, Plumbago, Rosa, Rhamnus alaternus, Corylus columa** etc. an einer Krankheit zu Grunde gehen, bei der ein weißes Mycelium auf den Wurzeln auftrat. Vielleicht ist es derselbe Pilz gewesen; weiteres ist nicht bemerkt.

[2]) Compt. rend. 1878, pag. 583.

[3]) Planchon (Compt. rend. 1879, pag. 65) hat in der Folge auch Rhizomorphenstränge im Zusammenhang mit den Mycelhäuten der kranken Wurzeln beobachtet und vermuthet daher in diesem Pilze ebenfalls den **Agaricus melleus**, doch sind diese Fruchtträger hier noch nicht gefunden worden. Die von de Seynes (Compt. rend. 1879, pag. 36, gegebene Beschreibung des Myceliums läßt auch diese Identität vermuthen.

[4]) **Mém. du Mus. d'histoire natur. 1815, pag. 215.**

7. Kapitel.
Scheibenpilze (Discomyceten).

Begriff der Discomyceten.

Die Scheibenpilze machen eine Ordnung der größeren Abtheilung Schlauchpilze (Ascomyceten) aus, bei denen die vollkommenen Früchte ihre Sporen nicht durch Abschnürung an Basidien, sondern im Inneren eigenthümlicher Mutterzellen, der sogen. Sporenschläuche (asci), durch freie Zellbildung erzeugen. Letztere stehen hier zahlreich beisammen, in eine scheibenförmige Schicht geordnet, welche frei an der Oberfläche des Fruchtkörpers sich befindet und hier als Scheibe bezeichnet wird. Manche Scheibenpilze besitzen noch andere Früchte, theils Spermogonien (kleine Kapseln, in denen sehr kleine Sporen abgeschnürt werden), theils Conidienträger (schimmelartige Fäden, welche Sporen, Conidien genannt, abschnüren). Uebrigens sind diese Pilze hinsichtlich ihrer Fruchtbildung unter einander sehr verschieden, und ebenso ist auch ihr Vorkommen und ihre Lebensweise eine sehr mannigfaltige, weshalb die Pflanzenkrankheiten, die durch sie verursacht werden, keinen gemeinsamen Charakter haben, wenn wir von den auf die Fruchtbildung der Discomyceten bezüglichen Merkmalen absehen, die übrigens auch während der Krankheit selbst oft nicht zu finden sind, weil viele Scheibenpilze erst nach dem Tode des von ihnen verdorbenen Pflanzentheiles in Fructification treten.

I. Gymnoasci.

Familie der Gymnoasci.

In diese Familie gehören die einfachsten Ascomyceten, bei denen die Sporenschläuche nicht auf einem eigentlichen Fruchtkörper gebildet werden, sondern wo entweder jeder Sporenschlauch für sich ein Pilzindividuum darstellt, welches kein Mycelium besitzt, oder wo zwar ein solches vorhanden ist, aber die Sporenschläuche unmittelbar aus Zweigen des Myceliums entspringen. Eine Anzahl Arten aus dieser Familie sind Parasiten auf Pflanzen und verursachen an denselben eigenthümliche Krankheiten. Es sind endophyte Parasiten, aber ihre Sporenschläuche treten über die Epidermis der Nährpflanze hervor, nicht mit einander im Zusammenhang, wiewol in der Regel in sehr großer Anzahl, wodurch der erkrankte Pflanzentheil wie mit einem sehr feinen grauen Schimmel- oder Reifüberzug bedeckt erscheint.

A. Ascomyces.

Gattungscharakter.

Die Gattung Ascomyces bewohnt Blätter verschiedener Holzpflanzen, an denen sie braune Flecken oder Kräuselungen hervorbringt. Sie hat kein Mycelium, sondern jedes Individuum stellt nur einen einzigen Sporenschlauch dar. Dieser entwickelt sich in einer Epidermiszelle des Wirthes,

füllt diese aus, durchbricht die Außenwand derselben und wächst mit dem herausgetretenen Ende zum eigentlichen Sporenschlauch aus, welcher das in der Oberhautzelle steckende Ende etwas mit in Höhe zieht.[1]) In jedem Sporenschlauch bilden sich 8 oder etwas mehr kugelige, einzellige, farblose Sporen. Diese sind gleich nach der Reife keimfähig und keimen unter hefeartigen Sprossungen. Es ist wahrscheinlich, jedoch noch nicht durch Beobachtung nachgewiesen, daß aus ihnen wieder neue Pilzindividuen auf den Blättern sich entwickeln.

Ascomyces Tosquinetii auf Erlen.

1. **Ascomyces Tosquinetii** *Westend.* (**Taphrina alnitorqua** *Tul.*, **Exoascus alni** *de By.*). Dieser Parasit bewohnt Alnus glutinosa, und zwar sowol die Blätter als auch die Stiele der Kätzchen. Auf den Blättern werden im Sommer von dem Pilze mehr oder weniger kreisrunde Flecken von 3 bis 30 Mm. Durchmesser befallen. Die Anwesenheit des Pilzes an diesen Stellen verräth sich außer den sogleich zu beschreibenden Krankheitserscheinungen durch das Auftreten eines feinen, grauen Anfluges an der Oberfläche im Bereiche der kranken Stelle, welcher durch die zahllosen, aus den Epidermiszellen herauswachsenden Sporenschläuche bedingt wird und welcher bald an der oberen, bald an der unteren Seite des Blattes sich zeigt, jedoch gewöhnlich nicht an beiden zugleich. Die Wirkung des Pilzes erstreckt sich aber auf die Blattmasse in ihrer ganzen Dicke: die befallenen Flecken verlieren bald ihr Chlorophyll, werden bräunlich, dürr, mürbe und zerreißen und zerfallen sehr bald von selbst, so daß das übrigens noch grüne Blatt an diesen Stellen durchlöchert wird. Wenn große und zahlreiche kranke Flecken an vielen Blättern auftreten, so kann eine erhebliche vorzeitige Laubverderbniß die Folge sein. Eine andere Krankheitsform, die der blattbewohnende Pilz hervorruft, ist durch eine Hypertrophie der Blattmasse charakterisirt, indem die letztere auf dem ganzen vom Pilze bewohnten Raume übermäßig in der Richtung der Blattfläche wächst, und durch das Hinderniß, welches die Rippen und der nicht in dieser Weise wachsende umgebende gesunde Theil des Blattes entgegensetzen, buckel- und blasenförmig aufgetrieben wird und faltig sich kräuselt, ähnlich wie es gewisse Blattläuse verursachen. Ich sah Erlenblätter, über die der Pilz sich fast vollständig ausgebreitet hatte und die dadurch total gekräuselt waren. Diese Theile bleiben zwar etwas länger lebendig als die nicht hypertrophirten in der ersteren Form der Krankheit, dennoch sterben sie früher ab, als dies normal geschieht. Zwischen flach bleibenden und blasig werdenden Flecken kommen Uebergänge vor. Der Pilz befällt auch die jungen Kätzchen der Erle und bringt hier ebenfalls eine Hypertrophie hervor, welche in unregelmäßigen Krümmungen und Drehungen der Stiele der Kätzchen bestehen. Die reifen Sporenschläuche dieses Pilzes sind länglich-cylindrisch, stumpf, ungefähr 0,06 Mm. lang, 0,02 Mm. breit und enthalten 8 oder etwas mehr kugelige farblose Sporen. — Auf den Blättern der Birke kommt ebenfalls unter Bildung runder, brauner, dürrer Flecken der **Ascomyces betulae** *Fuckel* vor, der vielleicht mit dem Pilz der Erle specifisch identisch ist. Dieselbe Krankheit wird auf den Blättern der Ulmen durch **Exoascus (Ascomyces?) Ulmi** *Fuckel* hervorgebracht, der vielleicht auch mit dem obigen Pilz nächst verwandt oder identisch ist.

---

[1]) Vergl. Magnus in Hedwigia 1874, pag. 135.

2. **Ascomyces bullatus** *Berk.* Von diesem Pilze ist es noch zweifelhaft, ob er in diese oder in die folgende Gattung gehört. Er ist gefunden worden auf Blättern der Birnbäume und von Crataegus Oxyacantha, wo er blasig-runzelige Auftreibungen bildet, die auf ihrer Unterseite weißliche, aus den achtsporigen Ascis bestehende Flecken haben.

A. bullatus auf Birnbäumen.

B. Taphrina.

Gattungscharakter.

Diese Gattung stimmt mit der vorigen im Vorkommen und auch darin überein, daß jeder Sporenschlauch ein Pflänzchen für sich ist, aber der letztere hat einen kurzen, einfachen, wurzelartigen Fortsatz nach unten (Rhizoïd), der als einfachste Form von Mycelium zu betrachten ist. Die Zelle entwickelt sich zwischen zwei benachbarten Epidermiszellen, zwischen denen das Rhizoïd eingeklemmt bleibt, während der zum Ascus sich ausbildende obere Theil der Zelle die Cuticula durchbricht (Fig. 88) und dann ebenso über die Epidermis hervorragt, wie bei der ersten Gattung.[1]) Wenn der Ascus seine vollständige Größe erreicht hat, so sammelt sich der größte Theil des Protoplasmas in diesem und grenzt sich ein Stück unterhalb des Niveaus der Cuticula von dem verkehrt kegelförmigen Rhizoïd durch eine nach unten convexe Scheidewand ab. Der Ascus bildet hier sehr zahlreiche, kugelrunde Sporen (Fig. 88 B.).

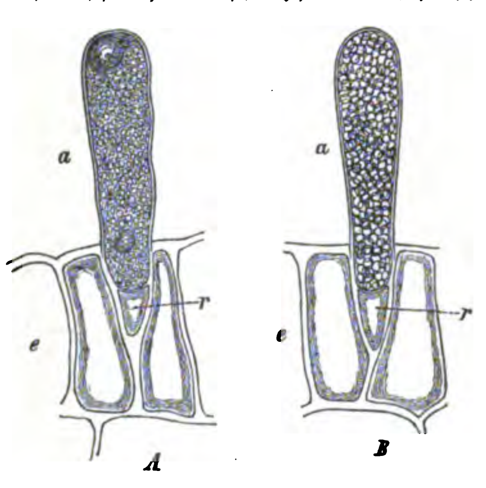


Fig. 88.
Taphrina aurea *Fr.* auf den Pappelblättern, ein einziges Pilzindividuum, bestehend aus dem Sporenschlauch a und einem wurzelartigen Fortsatze r, welcher zwischen je zwei Epidermiszellen eingekeilt ist. A ein unreifer, B ein reifer, mit zahllosen Sporen erfüllter Sporenschlauch. e Epidermiszellen. 500fach vergrößert.

Taphrina aurea auf Pappeln.

Aus dieser Gattung ist nur eine Art genauer bekannt, **Taphrina aurea** *Fr.*, welche auf jungen sowie erwachsenen Blättern von Populus nigra, häufiger an der unteren als an der oberen Seite runde, graue, flaum- oder reifartige Flecken bildet, welche wiederum in Folge einer Hypertrophie des Blattgewebes bald schwächer bald stärker, bis halbkugelig aufgetrieben sind. An jüngeren Blättern unterbleibt bisweilen die Auftreibung, indem der Parasit

---

1) Vergl. Magnus, l. c. pag. 136.

seine tödtliche Wirkung sehr rasch ausübt. Die Sporenschläuche sind 0,04 bis 0,05 Mm. lang, stehen ziemlich dicht, aber ohne sich zu berühren, durch kleine, ungleiche Zwischenräume getrennt. Nach Magnus' (l. c.) Angabe kommt der Parasit auch auf den Früchten von Populus tremula und alba vor.

C. Exoascus.

Gattungscharakter.

Die hierher gehörigen Pilze haben ein echtes und vollkommenes Mycelium, auf welchem die zahlreichen Sporenschläuche gebildet werden. Jenes wächst endophyt, vorwiegend zwischen den Zellen der Nährpflanze und giebt Zweige ab, welche zwischen die Epidermiszellen und die Cuticula sich eindrängen und in kurze, ziemlich kugelige Zellen sich theilen; letztere wachsen die Cuticula emporhebend und durchbrechend zu den cylindrischen Sporenschläuchen aus, welche in dicht gedrängter, sich berührender Stellung eine zusammenhängende Schicht, vergleichbar der Scheibe der vollkommenen Discomyceten, bilden und je 6 bis 8 kugelige Sporen erzeugen (Fig. 89). Die Gattung kommt theils an Blättern vor, an denen sie Kräuselung verursacht, theils an Früchten, welche dadurch zu Mißbildungen auswachsen.

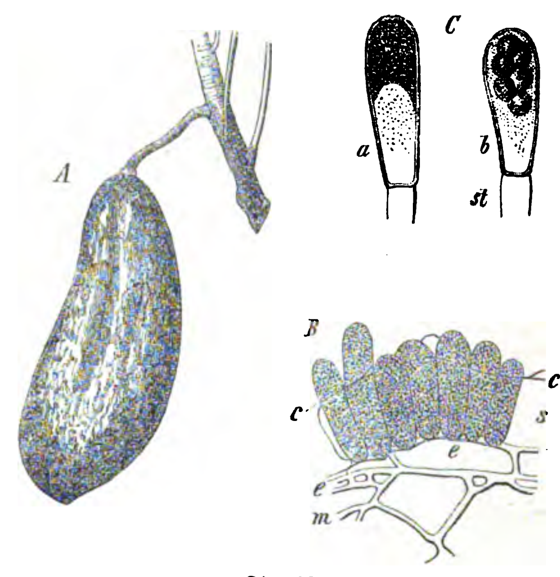


Fig. 89.
Der **Pilz der Pflaumentaschen** (Exoascus Pruni *Fuckel*). A eine Tasche in natürlicher Größe. B Durchschnitt durch den oberflächlichen Theil einer solchen. Die Myceliumfäden m haben zwischen der Epidermis e und der abgehobenen Cuticula c eine Anzahl Sporenschläuche s gebildet, in denen noch keine Sporenbildung eingetreten ist. C zwei Sporenschläuche mit der Stielzelle st, stärker vergrößert, bei a noch unreif, bei b mit 6 Sporen im Innern.

Exoascus Pruni und die Taschen oder Schoten der Pflaumen.

1. Exoascus Pruni *Fuckel.* Dieser Pilz ist ein Parasit der Prunus domestica, spinosa und Padus und die Ursache einer Mißbildung und Verderbniß der unreifen Früchte, die an den Pflaumenbäumen unter dem Namen Taschen, Narren, Schoten, Hungerzwetschen, in der Schweiz Turcas oder Pochette, in England Bladder-plum bekannt sind, bald spindelförmige

gerade oder gekrümmte, bald wie eine Schote zusammengedrückte, bis fingerlange, kernlose, innen hohle Gebilde (Fig. 89 A), welche an der Oberfläche unregelmäßig runzelig oder warzig sind und bleich, gelblich oder röthlich, später wie weiß oder bräunlich bepudert aussehen, ungenießbar sind und frühzeitig verderben und abfallen. Die Krankheit ist in manchen Jahren sehr häufig und kann einen bedeutenden Ausfall in der Obsternte zur Folge haben. Sie wurde schon von Cäsalpin 1583 und seitdem von vielen Schriftstellern erwähnt, bei denen sie als Folge der verschiedensten Ursachen betrachtet, bald den Einflüssen der Witterung, namentlich dem Regen, bald den Stichen von Insekten, bald einer unvollkommenen Befruchtung zugeschrieben wird. Fuckel[1]) hat den diese Krankheit verursachenden Parasiten zuerst aufgefunden, de Bary[2]) die Entwickelung desselben und die Krankheitsgeschichte genauer kennen gelehrt. Die Mißbildungen werden schon wenige Wochen nach der Blüte, Ende April oder Anfang Mai an den jungen, noch kleinen Früchten bemerkbar; nach dieser Zeit treten an den weiter entwickelten Früchten keine Erkrankungen ein. Sobald die Entartung an der jungen Frucht bemerkbar wird, findet sich im Weichbaste der Gefäßbündel, welche das Fruchtfleisch durchziehen, das Mycelium des Pilzes, und es läßt sich in diesem Gewebe zurückverfolgen in den Stiel bis in den Zweig hinein. Es besteht aus feinen, verzweigten und durch zahlreiche Querwände in kürzere oder längere Glieder getheilten Fäden. Von den Bastbündeln aus verbreitet sich das Mycelium weiter durch das ganze Parenchym des Fruchtfleisches. In Folge dessen erhält dieses eine abnorme Ausbildung und die ganze Frucht eine veränderte Gestalt. Die Abgrenzung einer inneren, kleinzelligen Gewebeschicht der Fruchtwand, welche normal zum Steinkern sich ausbildet, unterbleibt; im Parenchym des Fruchtfleisches findet eine abnorme Zellenvermehrung statt, der ganze Körper wird daher größer als die gesunde Frucht, die Zellen selbst sind kleiner. Besonders zahlreiche Aeste des Myceliums verbreiten sich unter der Epidermis und senden zwischen den Zellen der letzteren hindurch Zweige, die sich dann zwischen der Epidermis und der Cuticula verbreitern und durch zahlreiche Querwände in kurze, ziemlich isodiametrische Gliederzellen theilen. So bildet sich eine subcuticulare zusammenhängende Schicht kleiner, rundlicher Zellen. Dieses sind die Anlagen der Asci; sie strecken sich senkrecht zur Oberfläche der Frucht, wodurch sie die Cuticula abheben und endlich durchbrechen, und werden zu den dicht beisammenstehenden, kurz cylindrisch-keulenförmigen, reich mit Protoplasma erfüllten Schläuchen, die dann alsbald zur Sporenbildung verschreiten, nachdem der untere kleinere Theil der Zelle durch eine Querwand als kurzer Stiel sich abgegrenzt hat. Die Asci erreichen ihre Reife ungleichzeitig. Die 6—8 kugeligen Sporen werden aus der Spitze des reifen Schlauches herausgeschleudert. Durch die Bedeckung mit den Sporenschläuchen erhält die Tasche einen weißen bis bräunlichen, mehligen Ueberzug. Nach der Bildung und Verstreuung der Sporen wird sie welk und verdirbt unter Ansiedelung von Schimmelpilzen. Die Sporen keimen sofort nach der Reife unter reichlicher hefeartiger Sprossung. Wie die Keime in die Nährpflanze eindringen und sich hier zum Mycelium entwickeln ist bis jetzt nicht beobachtet worden. Die Anwesenheit des Myceliums in den Zweigen spricht für ein Perenniren des Pilzes in der Nährpflanze. Die Thatsache, daß derselbe

[1]) Enumeratio fungorum Nassoviae, pag. 29.
[2]) Beitr. z. Morphol. d. Pilze. I., pag. 33.

Baum meistens alljährlich eine Anzahl Taschen erzeugt, könnte mit dem Perenniren im Zusammenhange stehen. Als Mittel gegen die Krankheit ist daher zu empfehlen, die Taschen so früh als möglich abzupflücken und zu vernichten, um die Sporenbildung zu verhüten, und die Zweige, welche sich stark befallen zeigen, bis ins ältere Holz zurückzuschneiden, um das in den jüngeren Zweigen befindliche Mycelium zu beseitigen.

E. deformans und die Kräuselkrankheit der Pfirsichbäume 2c.

2. Exoascus deformans *Fuckel* (Ascomyces deformans *Berk.*, Taphrina deformans *Tul.*). Eine Kräuselkrankheit des Pfirsichbaumes, Cloque du Pêcher der Franzosen, desgleichen an den Blättern des Kirschbaumes und der Prunus chamaecerasus wird durch denvor stehend genannten Parasiten verursacht. Im Frühlinge zur Zeit der Belaubung kräuseln sich die jungen Blätter ähnlich wie die, welche von Blattläusen verunstaltet werden, indem sie sich mit den Rändern zusammenziehen und blasig aufwerfen oder wellig grubig werden. Die Unterseite des Blattes wird dabei concav und bedeckt sich von der Blattspitze beginnend, vollständig mit einem weißen, reifartigen Ueberzug, dem Lager der Sporenschläuche. Der Pilz scheint mit dem vorigen ganz übereinzustimmen und nur durch sein Vorkommen abzuweichen. Ich finde sein Mycelium von derselben Form und von den Bastbündeln der Zweiglein aus in die Blätter, Rippen und Nerven eindringen, unter der Epidermis der Unterseite des Blattes sich verbreiten und Zweige zwischen die Cuticula und die Epidermis senden, wo aus ihnen in ganz derselben Weise wie bei jenem Pilze das Lager der Sporenschläuche sich entwickelt. Das Vorhandensein eines fädigen Myceliums im Blatte ist schon von Prillieux[1]) angegeben worden. Die Asci sind 0,04 bis 0,045 Mm. lang und enthalten 6 bis 8 kugelrunde Sporen. In den Theilen des Blattes, die nicht vom Hymenium überzogen sind, hat das Mesophyll seine normale Beschaffenheit; aber dort wo der Pilz fructificirt, wird die Blattmasse etwas dicker und fleischiger, indem besonders das Schwammgewebe der unteren Blattseite seine Zellen vermehrt, die Intercellularen fast verliert, dichter wird und aus ziemlich kugelrunden, chlorophylllosen Zellen zusammengesetzt erscheint. Nach der Sporenbildung vertrocknet das Blatt und fällt früh ab. Es scheinen immer sämmtliche Blätter eines Zweigleins zu erkranken, was dafür spricht, daß das Mycelium aus dem älteren Zweige in die Knospe eindringt. Auch diese Krankheit pflegt sich alljährlich am Baume wiederzuzeigen, und Bäume, welche mehrere Jahre hindurch daran leiden, können darüber eingehen. Wahrscheinlich perennirt also auch hier das Mycelium in den Zweigen. Ueber die Erzeugung des Pilzes aus den Sporen ist nichts bekannt. Somit möchte auch hier die Heilung der Krankheit durch Zurückschneiden der kranken Zweige, die Verhütung durch schnelle Entfernung der kranken Blätter zu erzielen sein.

II. Parasitische Peziza-Arten.

Gattungscharakter.

Die Gattung Peziza ist leicht kenntlich an ihren napf-, becher-, oder trichterförmigen Fruchtkörpern, welche auf der freien Oberseite die runde, aus einer Schicht von Sporenschläuchen und Paraphysen bestehende sogen. Scheibe tragen. Bei den parasitischen Arten sind diese becherförmigen Ascosporenfrüchte, die kurz Becher genannt werden

[1]) Bull. de la soc. bot. de France 1872, pag. 227—230.

mögen, meist von mäßiger Größe, bei manchen sehr klein. Die Krankheitsarten, welche diese Pilze verursachen, richten sich in erster Linie nach der verschiedenen Entwickelungsweise derselben und mögen nach dieser klassificirt werden.

A. Peziza-Arten, welche keine Sclerotien haben und ihre Becher unmittelbar auf dem befallenen Pflanzentheile bilden.

Lärchenkrebs

I. Der Lärchenkrebs, Peziza calycina *Schum.* Durch Willkomm[1]) ist eine Krankheit der Lärchen genauer bekannt geworden, die besonders an jüngeren Pflanzen bis zu 15jährigem Alter vorkommt und mit der Entstehung von sogenanntem Krebs, d. h. aufgeborstene und abnorm verdickte Rindestellen mit Harzerguß, beginnt. Diese Krebsstellen befinden sich entweder am Stamme oder am Ursprung der Zweige, bei wenigjährigen Pflanzen gewöhnlich an der Basis des Stammes. An den über der kranken Stelle stehenden Zweigen werden die Nadelbüschel bald nach ihrer Entwickelung oder im Lauf des Sommers welk und gelb, und die Zweige sterben von der Spitze aus ab; der Baum geht bald schnell, schon im ersten Jahre der Krankheit, bald erst nach mehrjährigem Verlaufe zu Grunde. Der eigentliche Sitz der Krankheit ist die Rinde an den Krebsstellen. Sie ist hier dicker als gewöhnlich, von Harz durchtränkt, sehr bald platzt sie auf, und das Aufreißen schreitet im Umfange weiter fort. Das Cambium und der Splint sind daselbst vertrocknet und dunkel gefärbt. Rings um diese Stellen suchen sich Ueberwallungsränder zu bilden, aber die Rinde erkrankt und reißt immer weiter auf und vergrößert so die Krebsstellen. In dem kranken Rindengewebe findet sich ein Pilzmycelium, dessen Fäden anfangs in den Intercellulargängen und besonders reichlich in den durch die Zerreißung des Gewebes entstehenden Hohlräumen wachsen und sehr dünn, verzweigt, farblos und ohne Querwände sind. Allmählich verdicken sie sich, bekommen Scheidewände und dringen auch, besonders durch die Tüpfel ins Innere der Zellen ein. Letztere fallen zusammen und ihre Membranen werden nach und nach aufgezehrt. Von diesem Mycelium entspringen die Fruchtkörper eines Becherpilzes, welcher mit der Peziza calycina *Schum.* übereinstimmt. Sie brechen an den Krebsstellen, besonders an den Wulsträndern derselben aus der kranken Rinde in oft großer Anzahl als weiße Wärzchen hervor, die sich zu den 2—5 Mm. breiten, kurz gestielten, außen weißwolligen Bechern mit gelber bis orangerothen Scheibe entwickeln. Die Wärzchen verdicken sich zunächst an der Spitze kolbenförmig, dann beginnt sich der Scheitel in der Mitte zu vertiefen, und indem die Ränder immer weiter ausein-

[1]) Die mikroskopischen Feinde des Waldes. II. pag. 167 ff.

ander weichen, wird die lebhaft gefärbte Schicht sichtbar. Diese besteht aus Paraphysen und länglichkeulenförmigen Sporenschläuchen mit je 8 elliptischen, einzelligen, röthlichen Sporen, die aus der Spitze des reifen Schlauches hervortreten.

Daß die Sporen dieses Pilzes schon nach 24 Stunden keimen mit Keimschläuchen, die bisweilen Querwände, sowie fast rechtwinkelig abgehende Zweige bekommen, ist von Willkomm beobachtet worden. Allein die weitere Entwickelung dieser Keimschläuche ist unbekannt, und der Nachweis ist nicht geführt, daß durch Infection der Lärchen mit diesem Pilze die in Rede stehende Krankheit hervorgerufen wird. Auch aus dem, was über das Auftreten des Pilzes in der krebsigen Rinde mitgetheilt wird, scheint noch nicht unzweifelhaft die parasitische Natur desselben hervorzugehen. Es ist dermalen wol nur das, wie es scheint, regelmäßige Vorkommen des Pilzes in den Krebsstellen, welches für die Annahme, daß er die Ursache dieser Krankheit ist spricht. Die Peziza calycina kommt überdies auf abgestorbenen Aesten von Fichten und Tannen nicht selten vor, außerdem kennt man Peziza-Formen an abgestorbenen Zweigen von Laubhölzern mit aus der Rinde hervorbrechenden Bechern, die außer in der Sporenform in keinem Merkmal von der genannten Species unterschieden werden können, dies gilt besonders von der P. bicolor *Bull.*, die auf dürren Zweigen von Eichen 2c. vorkommt und cylindrische gerade Sporen hat. R. Hartig[1]) hält den Lärchenpilz für eine von Peziza calycina verschiedene Art, weil seine Sporen etwa noch einmal so groß als die der letzteren seien und nennt ihn Peziza Willkommii. Cooke[2]) fand aber, daß die Sporen der P. calycina in den Maßen sehr abweichen und zwar sogar in einem und demselben Becher. Eine Unterscheidung in mehrere Arten ist daher hier bei dem Mangel aller sonstigen Kenntnisse gegenwärtig nicht gerechtfertigt; diese Pilze bedürfen genauerer Untersuchung.

Blattfleckenkrankheiten durch Peziza-Arten.

II. Blätterbewohnende und Blattfleckenkrankheiten erzeugende Peziza-Arten. Eine Anzahl von Peziza-Arten ist bekannt, welche in lebenden grünen Pflanzentheilen, besonders in Blättern schmarotzen und hier unter gelber, brauner oder schwarzer Entfärbung der Blattmasse auftreten, die von einzelnen Punkten beginnend, fleckenweis sich ausbreitet. Auf den entfärbten Stellen der im übrigen noch lebendigen Blätter bilden diese Pilze sogleich ihre kleinen Becher mit den Sporenschläuchen. Die durch diese Symptome charakterisirten Krankheiten mögen kurz erwähnt werden. Aus der strengen Beziehung, die hier zwischen dem Auftreten des Parasiten und der Erkrankung der befallenen Stelle besteht, ist zu schließen, daß diese Pilze die Ursache der Krankheit sind. Etwas genaueres ist aber außer ihrem Vorkommen von ihnen nicht bekannt. Sie gehören alle in die von Fuckel Pseudopeziza genannte Gruppe, welche durch kleine, stiellose, aus dem Substrate hervorbrechende, fleischig weiche, kahle Becher und überdies durch ihren Parasitismus charakterisirt ist.

[1]) Bot. Zeitg. 1873, pag. 356.

[2]) Grevillea, 1876, pag. 169.

1. **Pseudopeziza Bistortae** *Fuckel*. Die Blätter von Polygonum Bistorta erkranken oft, häufiger auf den Gebirgen als in der Ebene, unter Auftreten großer schwarzer, von einem gebräunten Hof in der Blattsubstanz umsäumter Flecken, welche allmählich an Umfang zunehmen. In denselben ist das Mycelium durch dichte Verflechtung der Fäden zu einem feinen Pseudoparenchym in der Epidermis und im Mesophyll entwickelt; die Gliederzellen desselben bräunen sich stellenweise und erzeugen dadurch die schwarze Färbung. Letztere breitet sich am Rand der Flecken in dem braunen Saume derselben dendritisch aus. Diese dendritischen Strahlen sind die feinen Blattnerven, auf denen die Bräunung zuerst beginnt. Diese Flecken für sich allein waren den älteren Mykologen unter dem Namen Xyloma Bistortae *DC.* bekannt. Auf der Unterseite derselben entwickeln sich aber bald heerdenweis die etwa $^1/_2$ Mm. breiten, kreisrunden, länglichen oder unregelmäßig zusammenfließenden, dunkelbraunen Becherchen, deren Schläuche je 8 länglich-keulenförmige, etwas gekrümmte, einzellige, farblose Sporen enthalten.

P. Bistortae auf Polygonum Bistorta.

2. **Pseudopeziza Saniculae** *Niessl.* (Excipula Saniculae *Rabenh.*) erzeugt auf lebenden Blättern von Sanicula europaea und Astrantia major große gelbe, vom Centrum aus dendritisch sich bräunende Flecken, auf deren Unterseite die sehr kleinen punktförmigen, bräunlichen Becherchen hervorbrechen.

P. Saniculae auf Sanicula europaea.

3. **Pseudopeziza Trifolii** *Fuckel* (Ascobolus Trifolii *Bernh.*). Durch diesen Pilz wird eine Blattfleckenkrankheit des Klee's, und zwar auf Trifolium pratense und repens verursacht, welche bisweilen ganze Kleefelder befällt. Es entstehen auf den noch lebenden Blättern, sowol im Frühling, wie im Sommer kleinere und größere, braune bis schwärzliche, allmählich vertrocknende Stellen, auf deren Mitte alsbald, sowol ober- wie unterseits ein oder mehrere, etwa $^1/_4$ Mm. große, sitzende, rundliche, braune, mit blaßbrauner Scheibe versehene Becherchen erscheinen. Die Sporenschläuche sind fast cylindrisch, sitzend und enthalten je 8 schief einreihig liegende, länglich lanzettförmige, einzellige, farblose Sporen, die etwa 3 bis 4 mal länger als breit sind. Nießl[1]) hat auf solchen kranken Blattflecken des Rothklee's im Frühling statt der ascustragenden Becher sehr kleine, durch die Epidermis hervorbrechende, napfförmige Organe gefunden, welche ein Hymenium einfacher kurz fadenförmiger Basidien haben, auf denen kleine, länglich cylindrische, stumpfe, hyaline, einzellige Spermatien abgeschnürt werden. Es ist wahrscheinlich, wiewol nicht sicher entschieden, daß es, wie Nießl behauptet, Organe der Pseudopeziza sind, die dann wol als die Spermogonien derselben zu betrachten sein würden.

P. Trifolii auf Klee.

4. **Pseudopeziza Ranunculi** *Fuckel* (Peziza Ranunculi *Chaillet in litt. Herb. Lips.*, Phlyctidium R. *Wallr.*, Excipula R. *Rabenh.*), erzeugt auf den lebenden Blättern verschiedener Ranunculus-Arten große, gelbe, später bräunliche, zuletzt dürr und schwärzlich werdende Flecken. Auf der Unterseite der noch gelben Flecken zeigen sich schon die jugendlichen, auf den tiefer verfärbten die vollständig entwickelten, schwarzen, punktförmig kleinen Becher, welche gestielte, keulenförmige Schläuche mit je 8 zweireihig liegenden, keulenförmigen, hyalinen Sporen enthalten.

P. Ranunculi auf Ranunculus.

5. **Pseudopeziza Cerastiorum** *Schröt.* (Peziza C. *Wallr.*) auf den lebenden Blättern von Cerastium triviale und glomeratum, wo sie gelbe Flecken und bald völliges Vergilben des Blattes hervorbringt. Auf der Unter-

P. Cerastiorum auf Cerastium.

---

[1]) Vergl. Rabenhorst, Fung. europ. Nr. 2057.

seite der erkrankten Blätter finden sich die bis $^1/_2$ Mm. großen, runden, braunen Becher mit hellbrauner Scheibe.

P. Dehnii auf Potentilla norvegica.

6. Peziza Dehnii *Rabenh.*[1]) bringt auf Potentilla norvegica eine Krankheit hervor, die dadurch ausgezeichnet ist, daß die grünen kaum blühenden Triebe von der Basis an successiv aufwärts, die Stengel, die Blattstiele, die Hauptrippen und die Seitennerven des Blattes unterseits sich mit den zahlreichen schwarzbraunen, im feuchten Zustande hellbraunen Bechern bedecken, deren Größe auf den dickeren Theilen $^1/_2$ bis 1 Mm. ist, aber mit der Stärke der Blattrippen und Nerven abnimmt.

B. Peziza-Arten, welche Sclerotien bilden. Sclerotienkrankheiten.

Sclerotienkrankheiten durch Peziza-Arten verursacht.

Eine Gruppe parasitischer Peziza-Arten ist dadurch ausgezeichnet, daß ihre Becher nicht unmittelbar an dem in der Nährpflanze vegetirenden Mycelium entstehen, sondern daß der Pilz sein Leben in der Pflanze beschließt unter Uebergang in einen zur Ueberwinterung bestimmten Dauerzustand des Myceliums in der Form sogenannter Sclerotien d. h. harter, knollenförmiger, schwarzer, inwendig solider und weißer Körper ohne Sporen, welche eigenthümliche Ruhezustände des Myceliums (Dauermycelien) darstellen. Nach einer Ruheperiode keimen die Sclerotien, d. h. sie treiben unmittelbar die Ascosporenfrüchte in Form gestielter Becher, deren Sporen dann sogleich keimfähig sind und sich wiederum zu einem parasitischen Mycelium entwickeln können. Die Krankheiten, welche diese Pilze veranlassen, sind daher gewöhnlich dadurch ausgezeichnet, daß an den durch den Parasiten getödteten Pflanzentheilen die meist ansehnlichen Sclerotien inwendig oder äußerlich ansitzend gefunden werden (Sclerotienkrankheiten), daß aber Peziza-Becher an den erkrankten Theilen nicht vorhanden sind; wol aber bilden manche Arten an der Nährpflanze eine andere Sporengeneration, Conidienträger, welche Formen der alten Schimmelgattung Botrytis darstellen, und deren Conidien ebenfalls die Fortpflanzung des Pilzes und die Uebertragung der Krankheit bewirken. Das meist kräftig entwickelte Mycelium dieser Pilze wächst vorzüglich in Stengelorganen, aber auch in unterirdischen Theilen, ist meist von sehr heftiger, rasch tödtender Wirkung auf die Zellen des Parenchyms und bringt daher schnelles Welken, Mißfarbigwerden, Absterben und Vertrocknen oder Faulen der ergriffenen Theile hervor. Nicht von allen der hier zusammengestellten sclerotienbildenden Schmarotzer ist der Entwickelungsgang in der soeben skizzirten Weise bekannt; von vielen namentlich ist noch keine Ascosporenfrucht aus den Sclerotien erzogen worden. Ihre Stellung an diesem Orte ist daher noch fraglich, wenn auch nicht unwahrscheinlich.

Sclerotienkrankheit des Rapses. Peziza sclerotioides.

1. Die Sclerotienkrankheit des Rapses, verursacht durch Peziza sclerotioides *Lib.* Diese bisher noch nicht beobachtete oder wenigstens noch

[1]) Deutschland's Kryptogamenflora I. pag. 344.

nicht erkannte Krankheit mag vorangestellt werden als diejenige, bei welcher die vollständigsten Angaben über die Entwickelung des Parasiten und über die Krankheitsgeschichte gemacht werden können. Dieselbe trat im Jahre 1879 in der Gegend von Leipzig auf verschiedenen Feldern auf. Nach den mir darüber gewordenen Mittheilungen zeigte sie sich meistens vereinzelt, auf einem Felde aber epidemisch, in sehr starkem Grade und gleichmäßig über dasselbe verbreitet, so daß kranke und gesunde Pflanzen überall durcheinander standen. Man bemerkte Anfang Juli, daß das Rapsfeld vorzeitig gelb wurde. Die Landleute pflegen eine solche Erscheinung Früh- oder Nothreife zu nennen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich bei derartigen Vorkommnissen vielfach um die hier zu besprechende Krankheit gehandelt hat. In mittlerer Höhe, häufiger im unteren Stück des Stengels bis zur Wurzel zeigt sich eine specifische Erkrankung als nächste Ursache des frühzeitigen Gelb- und Dürrwerdens der oberen Theile. Gewöhnlich ist im ganzen Umfange in größerer oder geringerer Länge an die Stelle der grünen eine bleiche, fast weiße, mitunter auch röthliche Farbe getreten. Unten und oben, beziehendlich nur oben grenzt das bleiche Stück noch an gesunde grüne Partien. Soweit als die Entfärbung sich erstreckt, ist die Rinde zusammengefallen oder fast verzehrt, so daß die Epidermis fast lose dem Holzkörper aufliegt und äußerst leicht sich abschälen läßt. Bricht man die kranken Stengel auf, so zeigen sie vorwiegend im unteren Theile in ihrem Marke schwarze knollenförmige Körper. Diese Sclerotien sind unter den Namen Sclerotium compactum *DC.* und S. varium *Pers.* längst bekannt und in abgestorbenen faulenden Stengeln verschiedener Kräuter und auch der Brassica-Arten vielfach gefunden worden[1]), aber man übersah oder wußte wenigstens nicht sicher, daß der Pilz in seiner ersten Entwickelungsperiode, welche der Bildung der Sclerotien vorausgeht, als ein todtbringender Schmarotzer in derjenigen Pflanze lebt, in deren abgestorbenen Stengeln schließlich jene Sclerotien gefunden werden.[2]) Ein üppiges Mycelium hat hier die Rinde durchwuchert und fast vollständig zerstört, so daß eine Masse von Myceliumfäden die Stelle von Rinde und Bast einnimmt. An der Grenze der gesunden und kranken Partie sieht man auf Längsschnitten die Pilzfäden aus dieser in jene vordringen und sich zwischen die Längsreihen der Parenchymzellen eindrängen (Fig. 90 A). Sie sind bis 0,02 Mm. dick, mit häufigen Scheidewänden versehen, sehr reich erfüllt mit farblosem, körnigem, oft viele, große Vacuolen enthaltendem Protoplasma und verzweigen sich in lange Aeste, welche zwischen den Nachbarzellen in gleicher Richtung vorwärts wachsen und anfänglich oft mehrmals dünner (bis 0,003 Mm.) sind, aber bald ebenso stark werden. Bei der bedeutenden Dicke der Fäden, die derjenigen der Rindezellen manchmal fast gleichkommt, und bei der starken Vermehrung derselben ist es begreiflich, daß Rinde und Bastgewebe bald verdrängt werden. Nur in der ersten Periode der Krankheit ist die Rinde allein, das Mark nicht oder nur von spärlichen Myceliumfäden durchzogen. Diese gelangen dorthin durch die Markstrahlen und besonders durch die Unterbrechungen des Holzringes an den Insertionen der Blätter und Zweige. Im

---

[1]) Vergl. Coemans in Bulletin de l'academie roy. des sciences de Belgique. 2. sér. T. IX. (1860), pag. 62 ff.

[2]) Doch findet sich wenigstens eine kurze Bemerkung bei Kühn (Krankheiten d. Culturgew. pag. 128), aus der zu erkennen ist, daß Derselbe beim Vorkommen dieser Sclerotien krankhafte Zustände der Pflanze bemerkt hat.

Marke vermehrt sich das Mycelium sehr bald bedeutend; dieses Gewebe schrumpft ebenfalls zusammen, zerklüftet sich und zerbröckelt oder verschwindet stellenweise; der Stengel wird an diesen Stellen theilweise hohl oder enthält

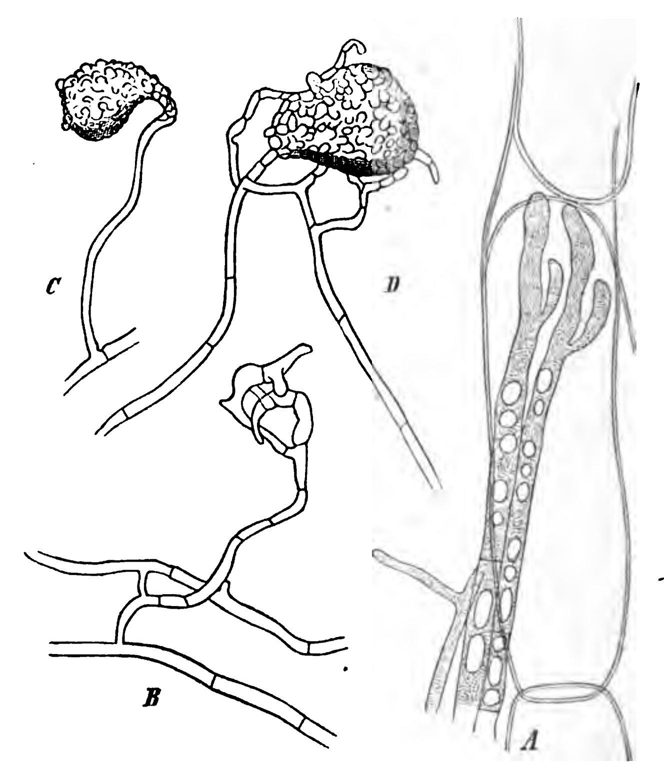


Fig. 90.

Sclerotienkrankheit des Rapses. A Einige Zellen des Rindeparenchyms eines durch künstliche Infection erkrankten Stengelchens einer Rapskeimpflanze, mit einigen kräftigen, zwischen den Zellen emporwachsenden Mycelfäden. 300fach vergrößert. B, C, D verschiedene Stadien der Entwickelung der Sclerotien durch Verflechtung von Mycelfäden. 200fach vergrößert.

die Reste des geschrumpften und vertrockneten Markes und immer eine Masse weißen, lockeren, faserigen oder flockigen Myceliums. In letzteren beginnt dann sogleich die Bildung von Sclerotien. An einzelnen Punkten entstehen durch vermehrte Verzweigung und Verflechtung der Myceliumfäden (Fig. 90 B, C, D) weiße, weiche Ballen von der Größe des zu bildenden Sclerotiums, welche zunächst noch ganz locker sind und sich auf ein sehr kleines Volumen zusammendrücken lassen. Im Centrum des Ballens beginnt dann die Verdichtung zu fleischiger Beschaffenheit, indem die Fäden sich vermehren, dichter sich verflechten, und die lufthaltigen Lücken zwischen ihnen verschwinden.

Dieser Prozeß schreitet gegen die Peripherie fort, und so erreicht endlich das Sclerotium seine Ausbildung; die oberflächliche Partie nimmt aber daran nicht Theil, sondern verbleibt als ein filziger, weißer Ueberzug, oder das Sclerotium ist ganz von dichten faserigen Myceliummassen eingehüllt. Zuletzt grenzt sich unter dieser Hülle die schwarze Rinde ab von dem übrigen weißen inneren Theile oder dem Marke des Sclerotiums. Letzteres zeigt auf dem Durchschnitte wegen der regellosen Verflechtung der Hyphen diese in allen möglichen Richtungen durchschnitten, je nachdem sie in der Längen-, Quer- oder in schiefer Richtung getroffen sind; die Rinde besteht aus mehreren Lagen festverbundener, isodiametrischer Zellen, indem hier die Hyphen sehr kurzgliederig werden, und diese haben dickere und braungefärbte Membranen. Schließlich fällt die vom Mycelium herrührende, filzige, weiße Hülle der Sclerotien zusammen und wird theilweis unkenntlich, das reife Sclerotium löst sich ringsum aus ihr und aus dem vertrockneten Stengelmark, dem es etwa noch eingebettet ist, heraus. Die Entwickelung dieser Körper stimmt hiernach ganz mit der von de Bary[1]) gegebenen Schilderung überein. Die ausgebildeten Sclerotien, deren manchmal wol 50 und mehr in einem Stengel liegen, finden sich von allen Größen von 2 bis 10 Mm. Durchmesser; die größten füllen die ganze Breite der Markhöhle aus. Die zahlreichsten und größten liegen am Grunde des Stengels, an der Grenze der Wurzel. Die Gestalt ist sehr unregelmäßig rund, eirund, länglichrund, gehirnartig höckerig oder gelappt, die Oberfläche schwarz und runzelig; feucht sind sie fleischig weich, trocken korkartig. Diese Sclerotienform ist unter dem Namen Sclerotium compactum *DC.* bekannt. Außerdem bilden sich Sclerotien auch, wiewol weniger zahlreich, in der Rinde des Stengels und der Wurzel aus dem dort befindlichen Mycelium. Sie sind anfangs von der Epidermis bedeckt, werden aber durch deren Zerreißen entblößt; da sie vom Holzcylinder begrenzt sind, so sitzen sie diesem mit flacher Basis auf, haben eine mehr abgeplattete Form, sind aber nach außen convex; auch innerhalb der Stengelhöhle kommen solche Formen der Innenfläche des Holzes ansitzend vor. Diese sind als Sclerotium varium *Pers.* bezeichnet worden. Mitunter gehen diese in ganz dünne, niedergedrückte, oft langgestreckte Formen über, welche Sclerotium Brassicae *Pers.* genannt worden sind. Es ist einleuchtend, daß diese Bezeichnungen keinen Speciescharakter haben; die Formen, die das Sclerotium annimmt, hängen offenbar von dem Ort, der Form und der Größe des Pflanzentheiles ab, wo sie sich bilden. Die Anfänge der Stengelerkrankung bemerkte ich in einer gewissen Höhe über dem Boden, mitunter erst in Fußhöhe. Bis dorthin war das untere Stück und die Wurzeln völlig gesund. Einige Pflanzen sah ich, wo die kranke Stelle erst wenige Centimeter sich ausgebreitet hatte. Das Mycelium schreitet von diesen Angriffspunkten aus im Stengel weiter, aber augenscheinlich nach abwärts viel leichter und rascher als nach oben; es erreicht daher bald die Wurzel und dringt auch in dieser vorwärts, nicht selten den ganzen stärkeren Theil der Pfahlwurzel durchziehend. Auch hier wächst es sowol im Marke als auch in der Rinde, die sich in Folge dessen bräunt und abstirbt. Aus den in der Luft befindlichen, und zwar sowol aus den schon abgestorbenen als auch aus den noch lebendigen erkrankten Theilen treibt der Pilz bisweilen zahlreiche conidientragende Fruchthyphen hervor, die mit Botrytis cinerea *Pers.* übereinstimmen. Bedingungen hierzu

[1]) Morphologie und Physiologie der Pilze 2c. pag. 35.

sind unbewegte Luft und ein gewisser Grad von Feuchtigkeit. Wenn kranke Stengel zwischen Papier gelegt werden oder in Mehrzahl beisammen stehen oder liegen, so überziehen sich manche in kürzester Zeit mit einem dichten, grauen oder bräunlichen, aus jenen Fruchthyphen bestehenden Schimmel, der streng auf die Stellen beschränkt ist, wo innen das Mycelium sich befindet. Auch auf dem Rapsfelde sind bei etwas dichtem Stande an den verborgenen unteren und mittleren Stengeltheilen jene Bedingungen gegeben. Diese Fruchthyphen entstehen dadurch, daß von den unter der Epidermis liegenden zahlreichen Myceliumfäden ein kurzer, papillenförmiger Zweig sich nach außen wendet, entweder indem er sich durch eine Spaltöffnung oder zwischen den mürbe und locker gewordenen Epidermiszellen selbst hinausdrängt (Fig. 91 C).

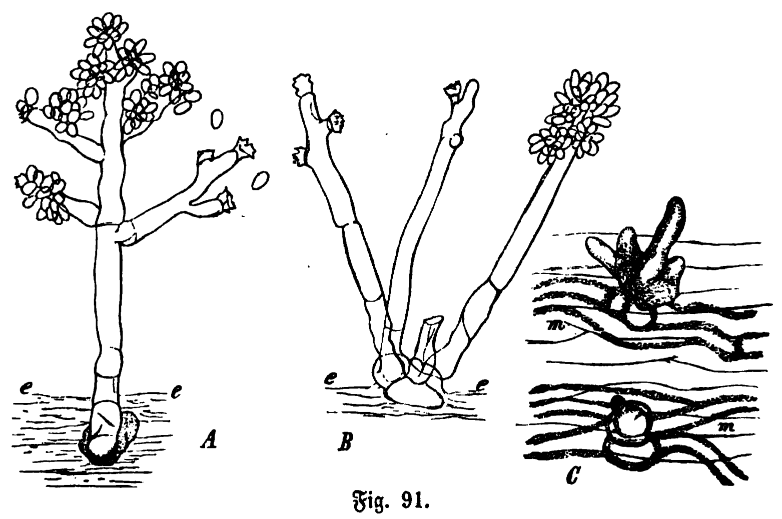


Fig. 91.

Botrytis cinerea *Pers.*, Conidienträger der **Peziza sclerotioïdes** auf den kranken Stengeln der Rapspflanzen. A und B zwei verschiedene Formen von Conidienträgern, aus der Epidermis ee hervorbrechend. C Anfang der Entstehung der Conidienträger, als Zweige der unter der Epidermis liegenden und durchscheinenden Myceliumfäden mm, büschelweise hervortretend, der obere Büschel zwischen zwei Epidermiszellen, der untere durch eine Spaltöffnung. 200fach vergrößert.

Er verzweigt sich gewöhnlich sogleich wieder in einige wiederum papillenförmige Zellen, und diese wachsen nun in je eine Fruchthyphe aus (Fig. 91 A, B). Darum stehen häufig mehrere Conidienträger büschelförmig auf einer gemeinsamen, aus einigen halbkugeligen oder papillösen Zellen bestehenden Basis. Sie erheben sich ungefähr rechtwinkelig von der Stengeloberfläche; jeder ist ein ziemlich dickes, meist durch ein oder mehrere Querscheidewände gegliedertes, später, besonders an den unteren Theilen, in den Zellmembranen gebräuntes Stämmchen von $^1/_4$ bis 2 Mm. Höhe. Ihre Form zeigt Verschiedenheiten, die durch Uebergänge verbunden sind. Entweder sind sie einfach und zeigen an der Spitze die für Botrytis charakteristischen traubenförmig angeordneten Sporenköpfchen (Fig. 91 B). Jedes Köpfchen besteht aus einer dem Stämmchen seitlich ansitzenden, durch eine Scheidewand von ihm abgegrenzten, kurzen, un-

gefähr kugeligen Zelle mit vielen kleinen, spitzen Fortsätzen, deren jeder eine eiförmige Conidie abschnürt. Nach dem Abfallen der Sporen sinkt die Trägerzelle wegen ihrer zarten Membran zusammen und wird undeutlicher. Die Stämmchen kommen aber auch verzweigt vor, entweder indem die Trägerzellen der untersten Sporenköpfchen auf einfachen Zweigen des Stämmchens sitzen, oder indem diese untersten Zweige selbst wieder in traubiger Anordnung Sporenköpfchen tragen, so daß das Ganze Rispenform annimmt (Fig. 91 A). Endlich können die Sporenstände nach geschehener Fructification durchwachsen werden, indem das Stämmchen sowie ein oder mehrere Zweige kräftig weiter wachsen und dann an ihrer Spitze neue Sporenstände bilden; die Reste der alten Trägerzellen und nicht verlängerten Zweige bleiben dann noch lange wenn auch undeutlich kenntlich. So erreichen die Conidienträger die größte angegebene Höhe, und von der Zahl, Stellung und Erstarkung der durchwachsenden Aeste hängt es ab, ob der Conidienträger dann gabelig oder dreitheilig oder trugdoldig oder monopodial traubig verzweigt erscheint. Je nach diesen Verschiedenheiten sind diese Conidienträger früher als verschiedene Species beschrieben worden, wie **B. vulgaris** *Fr.*, **B. cana** *Kze.* et *Schm.*, **B. plebeja** *Fres.*, **B. furcata** *Fres.*, und fast alle von Fresenius (Beitr. z. Mykologie, Taf. II.) abgebildeten Formen sind hier inbegriffen. Hiernach sind dies keine Speciesunterschiede, und man bezeichnet den Conidienzustand dieses Pilzes, um einen Namen zu haben, am besten mit **Botrytis cinerea**, von der sich die übrigen Formen ableiten lassen.

Saprophyte Lebensweise des Pilzes nach dem Tode der Nährpflanze.

Nachdem der Parasit die Rapspflanze getödtet hat, vegetirt er kräftig weiter, jetzt als ein entschieden saprophyter Pilz, der von den faulenden Pflanzentheilen, in denen er sich befindet, ernährt wird. Das Mycelium bricht leicht überall aus den getödteten Theilen hervor; Stengel und Wurzeln in einen abgeschlossenen feuchten Raum gelegt, hüllen sich binnen einem Tage in eine dicke Watte eines flockigen, weißen Myceliums. Im Boden wuchert das letztere kräftig weiter; um die befallenen Wurzeln findet es sich in der Erde bald in Form zahlreicher, locker spinnewebartiger Fäden, bald in dichten weißen Häuten, bald in feinen, wurzelartigen, parallelfaserigen Strängen. Bisweilen tritt das Mycelium aus den todten Stengeln in einer weniger voluminösen Form hervor, nämlich um auswendig Sclerotien zu bilden. Kleine Büschel von Fäden wachsen über die Epidermis hervor, verzweigen sich ähnlich wie Conidienträger, aber ohne Sporen zu bilden, und werden durch fortgesetzte starke Verzweigung und Verflechtung zu weißen, flockigen Ballen, aus denen in wenig Tagen in der oben beschriebenen Weise ein kugeliges Sclerotium sich bildet. Selbst an der inneren Wand von Glasglocken, unter welche abgestorbene Stengelstücke gelegt worden sind, breitet sich das Mycelium aus und bildet Sclerotien. Auch die Conidien sind, wenn sie zu einem neuen Mycelium auskeimen, zu einer saprophyten Ernährung befähigt. Ich fand sie sofort nach der Reife keimfähig; sie trieben, z. B. auf Pflaumendecoct ausgesäet, schon nach 14 Stunden kräftige Keimschläuche, die sich wie die parasitischen Myceliumfäden durch Scheidewände in Gliederzellen theilten und sich verzweigten. Sie entwickelten sich auf diesem Substrat weiter zu einem überaus üppigen Mycelium, in Glasschalen die ganze Oberfläche der Flüssigkeit endlich wie mit einer dicken, gallertartigen Haut überziehend, an den Gefäßwänden emporsteigend, auf Tropfen auf Objectträgern die Glasplatte überziehend und die Ränder überschreitend. Bald bedeckt sich die ganze Oberfläche dieses Myceliums mit einem dichten, gleichmäßigen Rasen von Botrytis-

Conidienträgern, denjenigen gleich, die auf den Rapsstengeln erscheinen, nämlich anfangs einfach, dann Stamm und Zweige durchwachsend und wieder Sporenstände bildend. Vor dem Erscheinen der Conidienträger entstehen an zahlloser Stellen des Myceliums durch Bildung wiederholt sich kurz dichotomisch verzweigender und verflechtender Seitenästchen sehr kleine, sclerotiumartige, allmählich sich bräunende, rundliche Körperchen. Diese bleiben unverändert bei Nahrungsmangel; bei reichlicher Nahrung sproßt auf ihnen je ein Büschel von Conidienträgern empor. Sie sind daher vielleicht weniger eigentliche Sclerotien, als vielmehr den Zellenconglomeraten zu vergleichen, die auch den Conidienträgern des parasitischen Pilzes als Basis dienen. Hiernach ist der Pilz auch einer Lebensweise mit unzweifelhaft saprophyter Ernährung fähig, denn es liegt hier eine Productionvon Pilzsubstanz vor, die an Masse die wenigen ausgesäeten Sporen um das Vieltausendfache übertrifft.

Infectionsversuche.

Gesunde Rapspflanzen sind leicht durch den Pilz zu inficiren und erkranken dann unter denselben Symptomen, und zwar kann dies sowol durch das auf den verwesenden alten Rapstheilen und im Boden wuchernde Mycelium, als auch durch Aussaat der Botrytis-Sporen geschehen. Ich säete in Blumentöpfe, in deren Erde Stücken mycelhaltiger abgestorbener Rapsstengel ausgelegt waren, Raps, welcher aus einer anderen Quelle stammte. Nach 14 Tagen begannen die aufgegangenen Keimpflanzen zu erkranken, zunächst einzelne, nach wenigen Tagen folgten fast sämmtliche übrigen nach. Die Pflänzchen fielen um, weil das hypokotyle Stengelglied unmittelbar am Boden welk wurde, stark zusammenschrumpfte, und wie gekocht aussah. Beim Ausziehen zeigte auch die Wurzel dieselbe Erkrankung. In der Rinde des welken Stengelstückes wuchsen zahlreiche Myceliumfäden fast in geschlossener Lage empor und hatten das Rindegewebe beinahe völlig verdrängt. Diese Zerstörung reichte gerade bis in diejenige Höhe, welche soeben die emporwachsenden Myceliumfäden erreicht hatten; es ließ sich genau die rasche Tödtung jeder Zelle controliren, mit der die Pilzfäden eben in Berührung gekommen waren. Die letzteren stimmten, eine durchschnittlich etwas geringere Dicke abgerechnet, vollständig mit denen in den erwachsenen kranken Rapspflanzen überein. Die Keimpflänzchen blieben die ersten Tage nach der Erkrankung in ihren oberen Theilen noch frisch, da ihnen die Fibrovasalbündel noch Wasser zuführten; dann begannen sie im Sonnenschein schon leicht zu welken und bald siechten sie rapid dahin. Der vom Pilze befallene untere Stengeltheil schwand in trockener Luft zu Fadendünne zusammen, in feuchter Umgebung löste er sich rasch in fauler Zersetzung auf. wobei oft wieder die Myceliumfäden als weiße Schimmelflocken daraus hervorbrachen. Ferner habe ich eine Ansaat von Rapskeimpflanzen, die sich gesund entwickelt hatten, durch Ausstreuen von Botrytis- Sporen, die ich dem alten kranken Material entnahm, inficirt. Sie wurde dann unter einer Glasglocke gehalten, und nach Verlauf einer Woche waren von den vorhandenen 45 Pflänzchen 25 Stück, und einige Tage später weitere 15 Stück erkrankt, indem wiederum die unmittelbar über dem Boden befindlichen Stücke der Stengel unter den beschriebenen Symptomen zu verderben begannen. Die Pilzfäden wachsen hier auf der Oberfläche des Bodens, sowie oberflächlich auf der Epidermis des Stengelchens, vorwiegend in dessen Längsrichtung, oft der Furche zwischen zwei Epidermiszellen fast eingedrückt; an diesen Theilen bemerkt man meist auch schon unter der Epidermis eingedrungenes Mycelium mehr oder minder reichlich, mitunter von gewissen Centren aus strahlig sich ausbreitend; hin und wieder gelingt es auch, eine Stelle zu finden, wo ein

auswendig befindlicher Myceliumfaden an der Grenze zweier Epidermiszellen die Seitenwand derselben spaltend, nach innen dringt. Es ist hiernach außer Zweifel, daß der einmal auf einem Rapsfelde vorhandene Pilz durch die Conidien und mit ihm die Krankheit daselbst weiter verbreitet wird.

Entstehung der Peziza-Becher auf den Sclerotien.

Die nach der Krankheit zurückbleibenden Sclerotien sind dagegen die Ueberwinterungsorgane des Pilzes. Solche, die ich im August in Erde ausgesäet hatte, keimten Anfang März: sie trieben je einen oder mehrere, bis 1 Cm. hohe, gestielte, bräunlichgraue, wachsartig fleischige, kahle Becher, mit anfangs concaver, später flacher, zuletzt durch Umschlagen des Randes fast convexer, hellgrauer, später durch die Sporen hell bereifter Scheibe (Fig. 92 A, B). Diese besteht aus mit Paraphysen gemengten, keulenförmigen Sporenschläuchen, welche je 8 ovale, einzellige, farblose Sporen enthalten (Fig. 92 C, D). Dieselben Früchte hat auch Coemans (l. c.) aus seinen Sclerotien erhalten. Nur giebt er die Größe der Sporen zu 0,003 Mm. Länge und 0,002 Mm. Breite an, während die der Raps-Peziza 0,013 Mm. lang und 0,005 Mm. breit sind. Aber selbst die Genauigkeit der Messung Coemans' vorausgesetzt, kann das möglicherweise sehr variabele Größenverhältniß der Sporen gegenüber aller sonstigen Gleichheit nicht hindern anzunehmen, daß unser Pilz der schon von Coemans beobachtete ist und den Namen Peziza sclerotioïdes erhalten muß. Die Sporen werden aus den Schläuchen herausgeschleudert und sind sofort, oft noch innerhalb des Schlauches, keimfähig. Mit diesen hat Herr Hamburg im Laboratorium des Leipziger botanischen Instituts erfolgreiche Infectionsversuche auf Rapskeimpflanzen angestellt. Die Keimschläuche dringen in Menge in die Blätter ein, theils durch die Spaltöffnungen, theils zwischen je zwei benachbarten Epidermiszellen (wie oben von den Conidien angegeben) sich einbohrend (Fig. 93). Im inneren Gewebe wachsen die Keimschläuche zu einem neuen Mycelium heran. An den inficirten Pflänzchen traten wieder dieselben Krankheitserscheinungen ein, der Pilz bildete auf ihnen stellenweise wieder die Botrytis-Conidienträger, und das aus den sterbenden Pflänzchen hervorwachsende Mycelium entwickelte auch mehrfach wieder Sclerotien. Der Entwickelungsgang des Pilzes und die Krankheitsgeschichte sind damit lückenlos dargelegt.

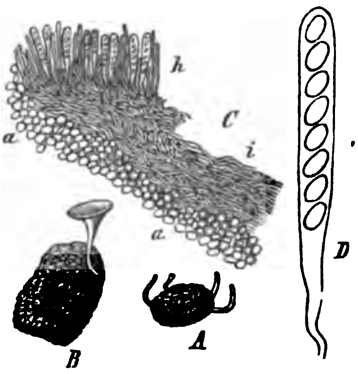


Fig. 92.

Entwickelung der **Peziza sclerotioïdes** aus dem **Sclerotium.** A ein keimendes Sclerotium mit mehreren Anfängen von Bechern. B ein Sclerotium mit einem ausgebildeten Becher, in natürlicher Größe. C Durchschnitt durch den Rand eines reifen Bechers, bestehend aus verflochtenen Fäden (i), welche nach außen (aa) in größere gegliederte Zellen übergehen. h ein Stück der Scheibe, in welcher man die Sporenschläuche und die Paraphysen erkennt, 150fach vergrößert. D ein Sporenschlauch mit reifen Sporen, 300fach vergrößert.

Bekämpfung der Krankheit. Vorkommen auf anderen Pflanzen.

Die Maßregeln zur Bekämpfung der Krankheit werden bestehen müssen erstens in der Vernichtung der Sclerotien, da von ihnen die nächstjährige

Entwickelung des Pilzes ausgeht, sowie alles kranken Strohes, da auch auf diesem der Pilz zu vegetiren vermag, denn wir haben hier einen sicher erwiesenen Fall des eigenthümlichen Verhältnisses, daß ein Pilz sowol parasitischer als auch saprophyter Lebensweise fähig ist. Das wird zu erreichen sein durch sorgfältiges Abräumen des Rapsstrohes und Verbrennen desselben, sowie durch tiefes Umbrechen des Bodens. Eine andere Quelle der Ansteckung könnte auch vorhanden sein, wenn sich die Fähigkeit des Pilzes auf verschiedenen Nährpflanzen zu gedeihen herausstellen sollte. Brefeld[1]) fand auf Topinambur Sclerotien, welche eine Peziza lieferten, die sich ebenfalls saprophyt cultiviren ließ. Coemans (l. c.) hat ebensolche Sclerotien, aus denen er dieselbe Peziza erzog, auch auf Steckrüben, Möhren, Runkelrüben und Cichorien gefunden. Zur Beweisführung der Identität wäre das noch nicht hinreichend. Es gelang mir aber den Rapspilz und die Krankheit auch auf Keimpflanzen von Sinapis arvensis zu übertragen; dasselbe ist Herrn Hamburg bei uns mit Kleekeimpflanzen gelungen. Ich vermuthe daher, daß möglicherweise mit dieser Krankheit identisch ist

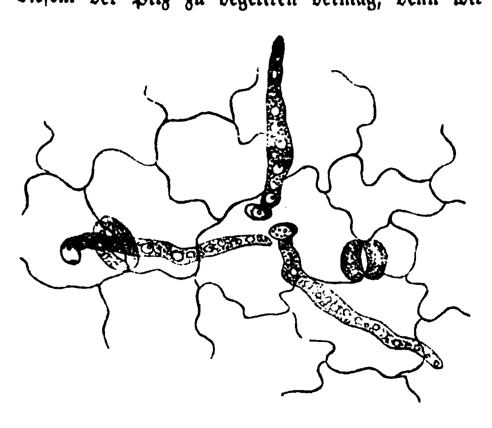


Fig. 93.

Keimung und Eindringen der Ascosporen von Peziza sclerotioïdes in die Epidermis eines lebenden Rapsblattes. Der Keimschlauch der oben liegenden Spore ist nur auf der Epidermis hingewachsen, noch nicht eingedrungen. Die Keimschläuche der beiden anderen Sporen sind eingedrungen, der rechtsliegende neben einer Spaltöffnung an der Grenze zweier Epidermiszellen, der linksliegende durch eine Spaltöffnung. Die heller gezeichneten Stücke der Keimschläuche sind die eingedrungenen, unter der Epidermis liegenden. 300fach vergrößert. Nach einer von Herrn Hamburg gefertigten Zeichnung.

Sclerotienkrankheit des Klee's.

2. Die Sclerotienkrankheit des Klee's, der Kleekrebs. Unsere Kenntnisse über diese Krankheit verdanken wir den Mittheilungen Kühn's[2]) und Rehm's[3]), denen die folgenden Angaben entnommen sind. Die Krankheit ist zwar ziemlich selten, allein sie kann, wo sie einmal erscheint, epidemisch in den Kleefeldern auftreten. Man hat sie beobachtet auf Rothklee, Weißklee, Bastardklee und Incarnatklee. Ein Mycelium beginnt an irgend einer Stelle der oberirdischen Theile local sich zu entwickeln und durchzieht diese endlich alle vollständig. Seine Fäden sind 0,01 bis 0,015 Mm. dick, septirt, reich-

---

[1]) Bot. Zeitg. 1876, pag. 265.

[2]) Hedwigia 1870. Nr. 4.

[3]) Entwickelungsgeschichte eines die Kleearten zerstörenden Pilzes. Göttingen 1872.

lich verzweigt und drängen sich durch die Intercellulargänge hindurch. Soweit das Mycelium sich erstreckt, wird der Inhalt der Parenchymzellen gebräunt, der Pflanzentheil verfärbt sich. In dem befallenen Gewebe nimmt die Zahl der Myceliumfäden in Folge reichlicher Verzweigung immer mehr zu; dabei werden die Parenchymzellen immer undeutlicher, ihre Membranen verschwinden; nur die Epidermis und die derberen Theile der Fibrovasalbündel bleiben intact; das Parenchym ist zuletzt ziemlich ganz von Massen verzweigter und verflochtener Myceliumfäden verdrängt. Die Pflanze ist dann todt. Das Mycelium sendet nun an vielen Stellen schimmelartige, weiße Büschel dicker Hyphen durch die Epidermis hervor. Diese verzweigen sich reichlich, die Zweige verflechten sich nach allen Richtunaen mit einander; es entsteht ein flockiges, weißes, ungefähr rundes Räschen. Nach wenigen Tagen nimmt das Innere desselben die Beschaffenheit eines festeren, wachsartigen Kernes an, der von dem wolligen Ueberzuge bedeckt ist. Dieser Kern, die Anlage des Sclerotiums, kommt durch eine dichtere Vereinigung der Hyphen zu Stande, wobei dieselben reichlicher Scheidewände bekommen und dadurch zu dem Pseudoparenchym werden, aus welchem das Sclerotium besteht. Die flockige Hülle vertrocknet und verschwindet allmählich. Die ausgebildeten Sclerotien sitzen den abgestorbenen Theilen der Kleepflanzen äußerlich an als schwarze, innen weiße, knollenförmige Körperchen, an den Blättern meist als mohnsamengroße Körnchen, an den Stengeln bis zum Wurzelhals und noch etwas tiefer mehr als flache, kuchenförmige Ausbreitungen bis zu 12 Mm. Länge und 3 Mm. Dicke. Ihr weißes Mark besteht aus größeren, verschlungenen, mehr cylindrischen Zellen, die schmale, schwarze Rinde aus kürzeren, derbwandigen, dunkelen Zellen. Diese Sclerotien bilden sich an den im Sommer abgestorbenen Kleestöcken von November bis April. Wenn dann die Theile der Nährpflanze verfault sind, bleiben die Sclerotien allein im Boden zurück. Im Sommer bei Anwesenheit von Feuchtigkeit findet die Keimung derselben statt, d. h. die Entwickelung der Becher auf ihnen. Doch können die Sclerotien auch $2^1/_2$ Jahr trocken aufbewahrt werden, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Die Fruchtkörper sind gestielte, bräunliche Becherchen, deren flache, zuletzt etwas convexe, blaß bräunliche, bereifte Scheibe bei den größten 10 Mm., bei den kleinsten 1 Mm. Durchmesser hat. Der Stiel kommt bis zu 28 Mm. Länge vor; es hängt dies davon ab, wie tief das Sclerotium im Boden sich befindet oder durch Blätter ꝛc. verdeckt ist; denn der Stiel wächst, oft unter Windungen, so lange, bis die Scheibe an's Licht gekommen ist. Die Entwickelung und der Bau dieser Körper stimmt ganz mit dem Rapspilz überein. Die Länge der Sporen wird zu 0,016—0,02 Mm., die Breite zu 0,008—0,01 Mm. angegeben. Rehm hat für den Pilz die Bezeichnung **Peziza** ciborioïdes *Fr.* gewählt; ein wirklich spezifischer Unterschied von der vorigen Form ist mir nicht klar geworden. Bei Anwesenheit von Feuchtigkeit keimen die Sporen nach 4 bis 6 Tagen unter Bildung eines Keimschlauches, welcher nach Rehm meist mehrere Zweige bildet, auf denen ein oder mehrere kugelige Sporidien abgeschnürt werden. Rehm erhielt an jungen aus Samen erzogenen Kleepflanzen, die unter einer Glasglocke cultivirt wurden und auf welche er Sporen der **Peziza** gelangen ließ, Anfänge des Myceliums im Inneren der Blätter. Den Vorgang des Eindringens der Keimschläuche hat er nicht näher beobachtet. Nach den gemachten Erfahrungen soll der Krankheit eine feuchte, eingeschlossene Lage des Kleefeldes, sowie lockerer Boden förderlich sein. Nach Vorstehendem sind auch hier die Sclerotien die Ueber-

trager des Pilzes auf die nächstjährige Kleevegetation. Die übliche 2- bis 3jährige Benutzung der Kleeschläge würde also dem Umsichgreifen der Krankheit günstig sein. Wo dieselbe daher irgend auffällig in einem Kleefelde sich zeigt, da ist eine nur einjährige Benutzung und Umbrechen des Feldes nach der Ernte angezeigt. Die Uebereinstimmung der Krankheitssymptome und des Parasiten zwischen dieser und der vorhergehenden Krankheit sind so auffallend, daß die Abweichungen desto weniger in's Gewicht fallen. Letztere könnten sich wol aus der Verschiedenheit der Nährpflanze erklären, bei erneuter Beobachtung zum Theil wol auch hinfällig werden.

Sclerotienkrankheit des Hanfes.

3. Die Sclerotienkrankheit des Hanfes oder der Hanfkrebs, eine bisher nur in Rußland, und zwar im Gouvernement Smolensk von Tichomiroff[1]) beobachtete Krankheit des Hanfes, bei welcher im Marke der kranken Stengel im September knollenförmige, sehr verschieden gestaltete, bis 2 Cm. große, schwarze Sclerotien gefunden werden. Myceliumfäden wuchern in der Rinde und im Bast und dringen durch die Markstrahlen in die Markhöhle ein, die sie als schimmelartiges Gewebe erfüllen. In dem letzteren bilden sich die Sclerotien aus, indem die Mycelfäden stellenweise sich durch Zweigbildung stark vermehren und sich verflechten. Die Blätter und die Wurzeln werden durch den Pilz nicht afficirt, und bisweilen vermag die Pflanze auch noch ihre Früchte zu bilden. Aber die Bastfasern des Stengels werden durch die Zerstörungen, die der Pilz in den Geweben anrichtet, verdorben. Tichomiroff hat durch Cultur der Sclerotien die Fruchtbecher einer Peziza erhalten und den Pilz darnach **Peziza Kauffmanniana** *Tich.* genannt. Im November oder meist im folgenden April erscheinen sie an den keimenden Sclerotien als gestielte oder ungestielte, hellbraune, bis $^1/_2$ Cm. große Becherchen, zu 2 bis 7 an einem Sclerotium. Die Scheibe enthält Paraphysen und achtsporige Asci. Wahrscheinlich entsteht der Pilz und die Krankheit, wenn die Keimschläuche der Sporen in die jungen Hanfstengel eindringen; beobachtet ist dies aber bis jetzt nicht. Jedenfalls darf man auch hier die Sclerotien als diejenigen Körper betrachten, von denen die Wiedererzeugung der Krankheit jedes Jahr ausgeht, und alle prophylaktischen Maßregeln würden hierauf zu gründen sein. Die etwaige Identität dieser Peziza mit den vorigen ist nicht ausgeschlossen.

Das Verschimmeln und die Sclerotienkrankheit der Speisezwiebeln.

4. Das Verschimmeln und die Sclerotienkrankheit der Speisezwiebeln. Auf Allium Cepa tritt seit einigen Jahren in auffallender Häufigkeit eine Krankheit auf, welche hauptsächlich den Zwiebelkörper befällt, bei der Ernte oft noch wenig entwickelt ist, aber während des Winters, wo die Zwiebeln aufbewahrt oder in den Handel gebracht werden, Fortschritte macht und eine Verderbniß zur Folge hat. Sie beginnt am Zwiebelhals; hier erscheint die Schale von außen vertrocknet und eingesunken. Beim Durchschneiden erweisen sich die saftigen Zwiebetschuppen in ihren oberen Theilen erkrankt; sie sehen aus wie gekocht, sind weich und schmierig und von bräunlicher Farbe, und zwischen den Schalen, besonders unter den äußeren, bemerkt man einen weißen, mausgrauen oder grünlichschwarzen Schimmel; auch finden sich nicht selten in den oberen, am stärksten verdorbenen Theilen der Zwiebelschuppen stecknadelkopf- bis gerstenkorngroße, kugelige bis längliche, schwarze Sclerotien. In dem erkrankten Gewebe der Zwiebelschuppen haben die Zellen

---

[1]) Bull. soc. naturalistes de Moscou 1868. Vergl. Hoffmann's mycologische Berichte 1870, pag. 42.

ihren Turgor verloren, sind zusammengefallen, und daher ist auch regelmäßig eins der ersten Symptome das Verschwinden der Luft aus den die Zelle begrenzenden Intercellulargängen, während diejenigen des gesunden Gewebes mit Luft erfüllt sind. In dem erkrankten Gewebe wachsen in den Intercellulargängen zahlreiche kräftige Myceliumfäden theils in gerader Richtung vorwärts, theils die Zellen umspinnend; sie haben 0,009 Mm. Dicke, Querscheidewände, reichliches Protoplasma und treiben Zweige von gleicher bis halber Dicke, sind daher von denen des oben erwähnten Rapspilzes kaum zu unterscheiden. Auch zwischen den Schuppen auf den aneinander liegenden Epidermen breitet sich das Mycelium aus und wuchert hier sogar rascher als im Gewebe. Damit hängt zusammen, daß auf dem Längsschnitte der Zwiebel die erkrankte Partie jeder Schale in der Nähe der Epidermis, besonders derjenigen der Innenseite, etwas weiter herabreicht als im inneren Parenchym. So schreitet die Krankheit immer tiefer gegen die Basis und gegen das Innere der Zwiebel fort und kann endlich noch während des Winters deren vollständige Verderbniß herbeiführen, was bald unter trockener Verwesung, bald unter Verjauchung eintritt, je nachdem die Zwiebeln an trockeneren oder feuchteren Orten liegen. Sind dagegen die inneren Blätter und die Knospe noch nicht ergriffen, so können diese im Frühjahre gesund austreiben. An der unverletzten kranken Zwiebel zeigt der Pilz äußerlich gewöhnlich keine Conidienträger; aber man trifft sie da, wo ein etwas geräumiger Zwischenraum zwischen zwei erkrankten Zwiebelschuppen sich befindet. Schön und schnell erhält man sie auch auf den Schnittflächen durchschnittener kranker Zwiebeln unter Glasglocken. Wenn sie auf der unverletzten Epidermis der Schuppen entstehen, so wenden sich dünnere Zweige des endophyten Myceliums durch die Epidermis, entweder die Scheidewand zweier benachbarten Oberhautzellen spaltend oder quer durch das Lumen und die Außenwand derselben hervorwachsend, und schwellen beim Hervortreten sogleich bedeutend an zu den senkrecht von der Epidermis sich erhebenden Stämmchen der Conidienträger. Letztere sind von denen des Rapspilzes nicht sicher zu unterscheiden und daher auch als Botrytis cinerea *Pers.* zu bezeichnen. Die Sclerotien bilden sich in dem oberen, bereits verdorbenen Theile der Zwiebel, theils zwischen den Schalen, indem sie auf der Epidermis derselben als scharf umschriebene, ungefähr kugelige oder halbkugelige Knöllchen aufsitzen, theils im Innern der mycelerfüllten Zwiebelschuppe, deren inneres Parenchym hier kaum noch bemerkbar, von dem üppig entwickelten Mycelium fast verdrängt und verzehrt ist. An zahlreichen Punkten verflechten sich die Fäden dieser Myceliummassen zu dichteren Knäueln, den Anfängen der Sclerotien, die auch zu größeren ganz unregelmäßigen Körpern zusammenfließen können, wenn sie nahe beisammen entstehen. Durch ihre weit geringere Größe, sowie durch kleinere Zellen unterscheiden sie sich wesentlich von den Sclerotien der vorigen Parasiten, aber der Typus des anatomischen Baues zeigt Uebereinstimmung. Welche Peziza aus diesen Sclerotien entspringt, ist bis jetzt nicht ermittelt. Sorauer[1]) hat diese Krankheit, sowie den Pilz und dessen Sclerotien und Conidienträger schon beobachtet; er nennt die letzteren Botrytis cana *Pers.*; nach den Bemerkungen über die Conidienträger des Rapspilzes ist die Bezeichnung B. cinerea *Pers.* wol ebenso richtig. Die Sclerotien sind in verdorbenen Zwiebeln schon früher gefunden und als Sclerotium Cepae *Berk.* et *Br.* bezeichnet worden. Daß das Mycelium

---

[1]) Oesterreichisches landwirthsch. Wochenbl. 1876, pag. 147.

dieser Botrytis die wahre Ursache der Zwiebelfäule ist, geht schon aus dem Umstande hervor, daß dasselbe ausnahmslos die Krankheit begleitet und in der ganzen Ausdehnung des erkrankten Gewebes zu finden ist, besonders aber daraus, daß an der Grenze der gesunden und kranken Partien die ersten Myceliumfäden schon zwischen die noch gesunden Zellen hineinreichen. Ihre verderbliche Wirkung ist so bedeutend, daß sehr bald nach ihrem Eintreffen die Zelle getödtet wird. Ueberdies hat Sorauer (l. c.) durch Infectionsversuche bewiesen, daß die Botrytis die Ursache der Krankheit ist: Conidien auf die Oberfläche der Zwiebeln gesäet, keimten daselbst; die Keimschläuche entwickeln sich zunächst zu einem auf der Oberfläche der Zwiebelschuppe hinkriechenden Mycelium, und erst die Aeste desselben dringen in das Gewebe ein. Darnach erkrankten die inficirten Zwiebeln unter Entwickelung des Myceliums und der Sclerotien. Feuchtigkeit und unbewegte Luft war eine Bedingung für diese Wirkung. Die weiße Silberzwiebel soll nach Sorauer eine besonders für die Krankheit empfängliche Sorte sein. Ich fand, daß auch die grünen Theile der Pflanze durch den Pilz inficirt werden und erkranken können. Aus Sporen, die auf die Mitte eines völlig gesunden, soeben ausgetriebenen, jungen, grünen Zwiebelblattes gebracht waren, entwickelte sich der Pilz und erzeugte sehr bald wieder Conidienträger. Dies fand anfänglich nur im nächsten Umkreise der besäeten Stelle statt, und in derselben Ausdehnung verlor das Blatt die grüne Färbung, ward mißfarbig, das Gewebe schlaff und weich in Folge des Verlustes des Zellenturgors und Verschwindens der Luft aus den Intercellulargängen, also ganz wie in der Zwiebel, und von da breitete sich in demselben Maße, wie der Pilz, auch die Erkrankung aus, während der übrige Theil des Blattes gesund war. Hiernach wird die Krankheit durch die verdorbenen Zwiebeln wegen der an diesen haftenden Botrytis-Sporen verbreitet, und da in diesen auch die Sclerotien, die wahrscheinlich den ascosporenbildenden Bechern des Pilzes den Ursprung geben, enthalten sind, so würde die Beseitigung der erkrankten Zwiebeln ein Vorbeugungsmittel sein. Ob der Pilz auch auf anderen Nährpflanzen sich entwickeln und von da aus auf die Zwiebeln gelangen kann, insbesondere ob eine von den anderen hier beschriebenen Sclerotienkrankheiten mit dieser identisch ist, ist unbekannt.

Weißer und schwarzer Rotz der Hyacinthen.

5. Der weiße und der schwarze Rotz der Hyacinthen. Nach den bei Meyen[1]) zusammengestellten ausführlichen Mittheilungen über diese Krankheiten ist kaum zu bezweifeln, daß sie entweder mit der vorigen identisch sind, oder doch durch einen nächstverwandten Parasiten verursacht werden. Bei der Mangelhaftigkeit der darüber vorliegenden Beobachtungen ist indeß die sichere Entscheidung erst noch zu erwarten. Auch von diesem Uebel, welches die Hyacinthenculturen felderweise vernichtet, soll man vor einer gewissen Zeit noch nichts gewußt haben und genau nachweisen können, in welchen Gärten um Harlem im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts der Rotz zuerst entdeckt wurde. Weitere Ausbreitung scheint er erst in diesem Jahrhundert gewonnen zu haben und wurde 1830 auch in Berlin beobachtet. Der weiße Rotz wird durch eine eigenthümliche Schimmelart verursacht, welche in den ausgenommenen Hyacinthenzwiebeln entsteht und ihre Zerstörung vom Zwiebelhalse aus beginnt, von wo aus sie sich in die Tiefe der Zwiebeln hinein verbreitet. Die Beschaffenheit dieses Myceliums, die Art und Weise seines Auf-

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 164—172.

tretens und seiner Verbreitung in den Zwiebelschuppen, sowie die Krankheitssymptome, die es bewirkt, sind nach der von Meyen gegebenen Beschreibung ganz übereinstimmend mit der vorher erwähnten Krankheit der Speisezwiebeln. Es ist nur zu beklagen, daß die Schimmelfructification von ihm nicht genauer beschrieben werden ist; doch läßt diese (l. c. pag. 164) doch wenigstens eine Botrytis vermuthen.[1]) Der schwarze Rotz[2]) scheint nach jenen Mittheilungen nichts anderes als dieselbe Krankheit wie der weiße Rotz zu sein, nur ausgezeichnet durch die Anwesenheit schwarzer Sclerotien im Inneren der erkrankten Zwiebelschuppen. Auch hat Meyen in der That auf den Ueberbleibseln der durch den weißen Rotz getödteten Zwiebeln Sclerotien bemerkt. Der schwarze Rotz macht sich aber schon an den im Boden stehenden Pflanzen bald nach der Blütezeit im Mai oder Juni bemerklich, scheint also durch eine zeitigere und schnellere Entwickelung des Parasiten verursacht zu werden. Die Blätter bekommen gelbe Spitzen, sind in wenigen Tagen ganz gelb, sinken um und lassen sich bei der geringsten Berührung herausziehen. Beim Ausnehmen der Zwiebeln findet man sie vom Halse aus mehr oder weniger gefault, oder vertrockenet und schwarzbraun gefärbt. Die schwarzen Sclerotien finden sich sowol äußerlich auf den Zwiebelschuppen, als auch beim Durchschneiden, in einer je nach dem Grade des Erkranktseins mehr oder weniger großen Anzahl von Schuppen. Das Mycelium, in welchem diese sich bilden, stimmt nach Beschaffenheit, Vordringen und Wirkung ganz mit dem des weißen Rotzes überein. Die Sclerotien werden als außen tief schwarze, im Inneren feste, weiße Körper beschrieben, von denen die kleineren bis zu 10 und 20 in einer einzelnen Schuppe sich finden und dann oft miteinander zusammenwachsen; auch darin zeigt sich also Uebereinstimmung mit der Sclerotienkrankheit der Speisezwiebeln. Bleiben die erkrankten Zwiebeln im feuchten Boden, so verjauchen sie bald zu einer übelriechenden Masse. Aus dem Boden ausgenommen, verderben sie schließlich auch, indem sie auffallend rasch vertrockenen, zu kleinen, unansehnlichen, schwarzen Körperchen zusammenschrumpfen und dann bei gelindem Druck auseinanderfallen. Infectionsversuche fehlen bis jetzt. Aber die Gärtner halten die Krankheit für ansteckend. Man weiß, daß die Zwiebeln, während sie in der Erde liegen, vom weißen Rotz in noch weit größerer Anzahl als später befallen werden; doch ist das Nichteinschlagen kein unfehlbares Mittel gegen das Entstehen desselben. Sehr feuchter Boden, viel Regen, zu starke Düngung scheinen die Krankheit zu befördern. In Holland wirft man die angesteckten Zwiebeln sogleich weg und nimmt die Erde um die zunächststehenden so weit fort, als man kann, damit keine weiter angesteckt werden. Die Aufbewahrungsräume müssen möglichst trocken gehalten und durch häufiges Besehen der aus-

---

[1]) Sorauer (Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 352) hat auf der schmierigen Masse der zerstörten Zwiebeln mennigrothe Perithecien eines Hypomyces gesehen und hält diesen für die Ursache der Krankheit. Da sich auf faulenden Theilen allerlei Saprophyten ansiedeln können und Hypomyces für gewöhnlich auch ein solcher ist, so scheint mir dieser Schluß noch nicht hinreichend begründet.

[2]) Um Mißverständnissen vorzubeugen sei bemerkt, daß Sorauer (l. c. pag. 350) den Namen schwarzer Rotz entgegen dem Sprachgebrauch der Hyacinthenzüchter auf eine andere Krankheit, nämlich den Rußthau der Hyacinthen bezogen hat.

genommenen Zwiebeln ein Umsichgreifen der Krankheit verhütet werden. Auch kann man diejenigen, deren Erkrankung früh genug erkannt wird, durch starkes Fortschneiden am Zwiebelhalse retten.[1])

Stengelfäule der Balsaminen.

6. Die Stengelfäule der Balsaminen. Die Stengel der Balsaminen zeigen bisweilen die Erscheinung, daß ein oder mehrere unterste, zunächst über dem Boden stehende Internodien ihren Turgor verlieren, schlaff und weich werden und wie gekocht aussehen, so daß man leicht den Saft aus ihnen drücken kann, worauf die Pflanze zu welken beginnt, umfällt und rasch und unaufhaltsam abstirbt. Diese Krankheit wird vielleicht ihren richtigen Platz an dieser Stelle finden; ich beobachtete sie in einem Satze von Impatiens glandulifera, von welchem nur einige wenige Individuen erkrankten, während alle übrigen und selbst dicht neben den faulenden stehende völlig gesund waren. Es geht schon daraus hervor, daß nicht die allgemeinen Verhältnisse des Bodens, der Witterung u. s. w., die Ursache sein können. Zwischen den Zellen der erkrankten Theile befindet sich ein üppig entwickeltes Mycelium, dessen Fäden bis zu 0,01 Mm. dick, mit Scheidewänden versehen, reich an Protoplasma sind und in gleichdicke und mehrmals dünnere Fäden sich verzweigen. Das Mycelium durchwuchert alle Gewebe; besonders reich entwickelt ist es da, wo Zellen auseinandergewichen sind, also besonders im Marke. An diesem Mycelium bildeten sich zahllose kleine, kugelige, schwarze Sclerotien von nicht über $^1/_{10}$ Mm. Durchmesser; sie waren ebenfalls durch alle Gewebe verbreitet, von der Epidermis an, selbst zwischen und in den weiten Gefäßen. Ihre Bildung begann damit, daß in eine oder mehrere benachbarte Zellen Myceliumfäden zahlreich eindrangen und sich zu einem das Lumen der Zellen ausfüllenden Knäuel verbanden. Aus diesem entwickelte sich das Sclerotium. Einige abgestorbene Exemplare, welche in einen feuchten Raum gelegt worden waren, zeigten sich nach einigen Tagen in fast allen Theilen, nämlich in den Wurzeln, in den Stengeln und selbst in mehreren Blättern vom Mycelium durchwuchert und mit Sclerotien durchsäet. Conidienträger habe ich nicht beobachtet; auch das Schicksal der Sclerotien ist mir unbekannt. Der Pilz

[1]) Auf Hyacinthenzwiebeln kennt man noch zwei ähnliche andere Krankheiten unter dem Namen Ringelkrankheit und Hautkrankheit, die ebenfalls schon von Meyen (l. c. pag. 298) erwähnt werden, gegenwärtig von Sorauer (Untersuchungen über die Ringelkrankheit ꝛc. Berlin und Leipzig 1878) untersucht worden sind. Bei der ersteren gehen Schuppen im Inneren der Zwiebel von der Spitze beginnend meist in ihrer ganzen Ausdehnung, daher im Querschnitt als braune, ringförmige Streifen, in Zersetzung über; bei der Hautkrankheit sind es nur die oberflächlichen Schuppen, welche von oben her und wol auch von den seitlichen Rändern aus vertrocknen, oder bei Nässe faulen. Gelbe, erhärtete blatterartige Stellen an diesen Schuppen rühren von einer verstärkten Korkbildung her. Nach Sorauer ist ein Mycelium in den kranken Theilen vorhanden, welches die Auflösung des Stärkemehls und den Tod der Zellen zur Folge hat und dem Penicillium glaucum angehören soll, dessen grünliche Conidienträgerräschen an den kranken Zwiebeln erscheinen. Die Einwanderung des Pilzes geschehe von den Bruchstellen der Schuppen am Zwiebelhalse, oder von sonstigen Wundstellen aus, weshalb Verhütung jeglicher Verwundungen sowie Vermeidung des unreifen Ausnehmens der Zwiebeln aus dem Boden als Vorbeugungsmittel empfohlen werden. Dieselbe Krankheit ist auch an den Zwiebeln der Tazetten bekannt.

könnte vorläufig, vorbehältlich seiner endgültigen Bestimmung Sclerotium Balsaminae heißen.

Sclerotienkrankheit der Carex-Halme.

7. Die Sclerotienkrankheit der Carex-Halme. In verschiedenen Carex-Arten, wie Carex arenaria, vulpina, acuta, ligerica ist in Frankreich schon seit 1854 von Durieu de Maisonneuve ein Schmarotzer gefunden worden, der im Anfang des Frühlings im Mark der jungen im Austreiben begriffenen Halme ein Mycelium und daselbst auch 8—15 Mm. lange, schwarze Sclerotien, das Sclerotium sulcatum *Desm.*, bildet, in Folge dessen die Halme dürr werden und verkümmern, so daß diese Riedgräser an den vom Pilze befallenen Plätzen steril bleiben. Zuletzt fallen die Sclerotien aus den Längsspalten, in die der vertrocknete Halm aufspringt, heraus, bleiben zwischen dem Grase liegen und fructificiren im nächsten Frühjahre indem sie die Becher der Peziza Duriaeana *Tul.* austreiben [1]). Wahrscheinlich wird durch die Sporen der letzteren der Pilz und die Krankheit wieder erzeugt. — Ungewiß bleibt, ob das im Herbste in dürren Halmen von Scirpus lacustris, effusus und conglomeratus gefundene Sclerotium roseum *Fr.*, aus welchem im Frühjahre die Peziza Curreiana *Berk.* hervorwächst,[2]) auch ein anfangs parasitisch in der Pflanze lebendes und diese tödtendes Mycelium hat.

Sclerotienkrankheit der Reispflanze.

8. Die Sclerotienkrankheit der Reispflanze. Neuerdings ist in Italien eine für die Reispflanze verderbliche Krankheit aufgetreten, welche durch ein von Cattaneo[3]) Sclerotium Oryzae genanntes, in ungeheurer Menge in den Hohlräumen der unteren Halmtheile und Blattscheiden vorkommendes Sclerotium hervorgerufen wird. Letzteres sitzt anfangs einem zarten, weißen Mycelium an und ist genau kugelrund, nur etwa $^1/_{10}$ Mm. groß, glatt, fast glänzend, schwarz. Der unter Wasser befindliche Theil des Halmes, in welchem hauptsächlich der Pilz sich entwickelt, wird schwarzfleckig, reißt auf und wird schließlich ganz zerstört, in Folge dessen der Halm zu Grunde geht. Ob der Pilz zu den Pezizen gehört, ist noch fraglich.

Sclerotienkrankheit der Grasblätter.

9. Die Sclerotienkrankheit der Grasblätter. Von dieser Krankheit werden verschiedene Gramineen an ihren jungen, in den Halm schießenden Trieben befallen, die dadurch lange bevor sie ihre natürliche Höhe erreicht und den Blütenstand entwickelt haben, zu Grunde gehen. Die kranken Pflanzen zeigen schon von ferne sämmtliche Blätter, mit Ausnahme der jüngsten, an denen die Krankheit beginnt, von den Spitzen aus zum größten Theil oder gänzlich vertrocknet, verblichen und eigenthümlich verbogen oder eingeknickt. In der ganzen Länge seines erkrankten, verblichenen Theiles ist das Blatt mit den Rändern eingerollt wie in der Knospe, und da gewöhnlich das untere Blattstück grün und normal ausgebreitet ist, so sieht es aus, als endigte jedes Blatt in eine lange, blasse Ranke. Regelmäßig steckt aber die Spitze jeder Ranke in der Rolle des nächst älteren Blattes, sogar wenn die Blätter durch Streckung ihrer Scheiden schon sehr weit aus einander gerückt sind. Der Halm erhält dadurch eine seltsame, verkettete Tracht. Aus jeder Blattrolle kommt unten ein weißer Myceliumstrang hervor, der sich, bevor er endigt, noch ein Stück auf dem ausgebreiteten, grünen Blattstück fortsetzt, aber auch hier seine Anwesenheit durch einen ihm folgenden, verblichenen,

---

[1]) Vergl. Tulasne, Selecta Fungorum Carpologia I. pag. 103 ff.

[2]) Tulasne l. c. pag. 105.

[3]) Archiv triennale de Labor. di Bot. crittog. di Pavia 1877, pag. 10. Vergl. Just, bot. Jahresb. f. 1877, pag. 154.

dürren Streifen im Blatte kennzeichnet. In diesem Myceliumstrange befinden sich in Entfernungen einzeln stehende oder stellenweise perlschnurartig dicht gereihte, länglichrunde, anfangs weiße, dann lichtbraune, endlich schwärzliche Sclerotien, im Durchmesser 1 bis 2 Mm. Sie entstehen immer in der Achse des Stranges, so daß sie ringsum von den weißen Fasern desselben eingehüllt sind. Man findet sie theils in dem aus der Rolle herausragenden Stück, theils und hauptsächlich in der Rolle, wo sie aber wegen ihrer Größe die gerollten Blattränder aus einander drängen und frei vorstehend sichtbar sind. Der Myceliumstrang füllt in der Blattrolle alle Zwischenräume aus, und seine Fäden dringen hier auch in das Blattgewebe ein, verdrängen und verzehren hauptsächlich die zartwandigen Elemente, dringen aber auch in die Lumina der derbwandigeren Zellen und selbst der Gefäße ein. Oft ist daher an Stelle des Mesophylls ein ähnliches, dichtes Geflecht von Myceliumfäden getreten, wie es außerhalb des Blattkörpers in den Zwischenräumen der Blattrolle sich befindet. So wird durch das Mycelium die ganze Rolle zu einer zusammenhängenden Masse verwebt und verklebt; dies erstreckt sich daher auch auf die in jeder Rolle steckende Spitze des nächst jüngeren Blattes. Der Pilz wuchert also nur in der Knospe des Halmes zwischen den in einander steckenden jungen Blättern. Weder Conidienträger am Mycelium, noch Fruchtkörper aus den Sclerotien sind bis jetzt beobachtet. Das Sclerotium hat ein weißes Mark, welches aus ziemlich dicht verflochtenen Hyphen, deren Verlauf kaum zu verfolgen ist, besteht und eine dünne, dunkele Rinde, deren Zellen braunwandig, enger, dichter verflochten, daher pseudoparenchymatisch sind. Dasselbe ist zuerst von Auerswald bei Leipzig auf Calamagrostis gesammelt und als Sclerotium rhizodes *Awd.* in Rabenhorst, Herb. mycol. Nr. 1232, vertheilt worden. Fuckel[1]) hat dasselbe Sclerotium im Rheingau auf einer Sumpfwiese an einem Grase, das er zweifelhaft als eine Poa-Art bezeichnet, gefunden. Im Frühjahr 1879 trat die Krankheit in den Auenwäldern von Leipzig epidemisch auf; ich fand an einem feuchten Waldrande in weiter Ausdehnung zahlreiche Pflanzen von Dactylis glomerata daran erkrankt, an einem anderen Orte trat der Pilz auf einer feuchten Waldwiese an Phalaris arundinacea auf, deren junge Triebe kaum fußhoch dadurch vernichtet wurden, so daß ein ganzer Strich der Wiese dürr und weiß geworden war.

Fäulniß der Früchte.

10. Eine Fäulniß der Früchte kann durch das Mycelium eines hierhergehörigen Pilzes verursacht werden. Die spontane Fäulniß, welche regelmäßig auf die erlangte Vollreife der Früchte folgt und in dem natürlichen Absterben des Zellgewebes ohne Betheiligung von Pilzen besteht, ist von dieser durch Pilze verursachten zu unterscheiden, wiewol deren Symptome dieselben sind. Nach Brefeld[2]) bringen diese Pilze nur dann Fäulniß hervor, wenn sie durch eine Wunde in das Fruchtfleisch eindringen können, und die Fäulniß hält dann in ihrer Ausbreitung Schritt mit dem Fortwachsen der Pilzhyphen im Gewebe. Der Pilz kann um so leichter sich ausbreiten, je reifer und weicher die Frucht ist; weniger reife, härtere Früchte leisten mehr Widerstand. Gewöhnlich findet sich ein aus septirten und verzweigten Fäden bestehendes Mycelium, welches Conidienträger in der Form von Botrytis cinerea (s. pag. 535) bildet. Außerdem kann nach Brefeld auch Mucor stolonifer, für gewöhnlich ein saprophyter Schimmel, der an seinen unseptirten, dicken

[1]) Symb. mycolog. 2. Nachtr. pag. 84.
[2]) Bot. Zeitg. 1876, pag. 282 ff.

Schläuchen leicht von jenem Pilze zu unterscheiden ist, diese Fäulniß veranlassen; auch Penicillium glaucum ist oft, gewöhnlich secundär, betheiligt. Auf im Keller aufbewahrten, pilzfaulen Birnen fand Schenk zahlreiche, ungefähr rapskorngroße, mehr oder minder kugelrunde, schwarze Sclerotien (dem Sclerotium Semen am ähnlichsten), welche stellenweise die Oberfläche der Früchte ganz bedeckten und selbst an den Stielen sich zeigten. Auf vielen bildeten sich Büschel von Botrytis-Conidienträgern. Peziza-Früchte haben wir nicht erhalten können.

Anderweite Sclerotien-Pilze.

11. Sclerotien-Pilze von unbekannter pathologischer Wirkung. Da nach dem Vorhergehenden viele später Sclerotien bildende Pilze mit ihrem Mycelium vorher parasitisch in den Pflanzen leben und diesen tödtlich sind, so könnten auch abgestorbene Theile derjenigen anderen Pflanzen, in denen man gleichfalls Sclerotien gefunden hat, einer solchen Krankheit erlegen sein. An der Leiche ist das freilich nicht mehr zu ermitteln und auf frühere Entwickelungsstadien sind in diesen Fällen die Pilze nicht zurück verfolgt worden. Als solche in pathologischer Beziehung noch unaufgeklärte Sclerotien möchten besonders folgende zu nennen sein. Das oben schon erwähnte Sclerotium compactum *DC.* ist auch gefunden worden in alten Stengeln und Köpfen von Sonnenrosen, das ebenfalls genannte S. varium *Pers.* an Wurzeln, Stengeln, Blattstielen und Blattrippen von Georginen, Möhren, Runkelrüben, Cichorien, Malven. Ferner kommt S. durum *Pers.*, charakterisirt durch seine stark niedergedrückte, fast hautartig dünne, langgestreckte Form, äußerlich und bisweilen auch auf der Wand der Markhöhle aufgewachsen an alten Stengeln der Umbelliferen, Labiaten, des Spargels &c. vor. Auf diesem Sclerotium ist Botrytis cinerea gezogen worden. Auf abgestorbenen Lupinenstengeln fand Cohn mohn- bis hanfkorngroße, schwarze, kugelige Sclerotien; Eidam[1]) erzog auf solchen Stengeln „Botrytis elegans *Link*“ und erzielte durch Aussaat dieser Conidien auf Pflaumendecoct eine ganz analoge üppige Entwickelung von Mycelium, neuen Conidienträgern und Sclerotien, wie es mir mit dem Pilz der Sclerotienkrankheit des Rapses gelang (pag. 535). In zur Blütezeit abgestorbenen Köpfchen von Aster chinensis fand Rabenhorst[2]) das bis 3 Mm. lange, unregelmäßig runde oder längliche, schwarzbraune, oft zu mehreren zusammengeklebte Sclerotium anthodiophilum *Rabenh.* — Ein in seinem ganzen Entwickelungsgange bekannter, aber nur saprophyter, sclerotienbildender Pilz ist Peziza Fuckeliana *de By.*, deren Sclerotium (S. echinatum *Fuckel)* auf faulenden Weinblättern im Herbst und Winter sich bildet und aus dessen Sporen man Botrytis cinerea, sowie die Peziza-Becher gezogen hat. Viele andere auf faulendem Laub vorkommende Sclerotien dürften sich diesem anschließen.

Ungenau bekannte Fäulniß-krankheiten.

Es ist nicht unmöglich, daß manche als Fäule bezeichneten Krankheiten hierher gehören oder doch von ähnlichen parasitischen Pilzen verursacht werden. Besonders ist dies zu vermuthen von denjenigen, welche bei Kühn unter der Bezeichnung „reine Zellenfäule“ aufgeführt sind. Dahin würde gehören die Runkelrübenkrankheit, welche in Frankreich zuerst 1845 beobachtet wurde,

---

[1]) Sitzungsber. der schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 29. Nov. 1877. Vergl. Bot. Zeitg. 1878, pag. 174.

[2]) Siehe dessen Fungi europaei. Nr. 2461.

1851 daselbst einen Verlust von 400000 Ctr. Zucker verursachte;[1]) später auch in England und in Deutschland, hier z. B. von Kühn[2]) bei Bunzlau von 1848 bis 1854 beobachtet wurde, wo sie in manchen Jahren äußerst heftig auftrat. Sie zeigte sich gewöhnlich schon auf dem Felde im September an einem Schwarzwerden der Herzblättchen der Rübenpflanzen, von wo aus die Erkrankung auch allmählich auf die Rüben sich verbreitete, so daß diese bei der Aufbewahrung im Winter nach und nach vollständig in Fäulniß übergingen. Dieselbe Fäulniß beobachtete Kühn ebendaselbst auch an den Möhren[3]) und an den Kohlrüben.[4]) Reissek[5]) bildet bei der von ihm beschriebenen Fäulniß der Möhren Myceliumfäden ab, die denen der oben mehrfach beschriebenen Botrytis-Formen sehr ähnlich gewesen zu sein scheinen.

III. Der Klappenschorf, Phacidium.

Kennzeichen des Pilzes und der Krankheit.

Die den Pezizen ähnlichen, kleinen, ungefähr kreisrunden, abgeplatteten, aus dem Substrate hervorbrechenden Fruchtkörper dieser Pilzgattung unterscheiden sich dadurch, daß die Scheibe im Innern unter der vollständig geschlossenen, dunkel gefärbten Wand gebildet wird, welche erst nach erreichter Ausbildung vom Scheitel aus strahlig aufreißt in Klappen oder Zähne, die sich im feuchten Zustande nach außen schlagen und dadurch die im Grunde des Fruchtkörpers liegende Scheibe entblößen. Letztere besteht aus Paraphysen und achtsporigen Schläuchen mit ei- bis spindelförmigen, einzelligen, hyalinen Sporen. Die hier zu nennenden Arten treten parasitisch auf grünen Theilen krautartiger Pflanzen unter gelber Entfärbung derselben auf. Es ist daher wol kaum zu zweifeln, daß sie die Ursache dieser Krankheiten sind, wiewol Infectionsversuche mit ihnen noch nicht angestellt worden sind.

Auf Medicago etc.

1. **Phacidium Medicaginis** *Lasch.* befällt die Blätter der Luzerne (Medicago sativa) und vielleicht auch die Kleearten und verursacht kleine, runde, bräunliche Flecken, auf deren Mitte oberseits gewöhnlich ein kleiner, dunkelbrauner, bis 1/2 Mm. großer Fruchtkörper hervorbricht. Auf einem Blättchen bilden sich in der Regel viele solcher Flecken, und dasselbe wird dann bald ganz gelblich oder bräunlich und stirbt ab. Die Sporenschläuche sind gestielt, keulenförmig, mit 8 zweireihig liegenden, eiförmigen Sporen.

Auf Galium.

2. **Phacidium repandum** *Fr.* verursacht an verschiedenen Galium-Arten, besonders G. boreale, eine sehr ausgeprägte Krankheit, wobei an den grünen Trieben schon vor dem Blühen zahlreiche Blätter gelb werden und an den Stengeln gelbe Stellen entstehen. Die kranken Blätter zeigen sich unterseits bedeckt mit zahlreichen, kleinen Flecken, welche anfangs hellbraun sind und immer dunkeler, endlich schwarz werden. Auch auf den kranken

---

[1]) Payen, Les maladies des pommes de terre et des betteraves. Paris 1853.

[2]) Krankheiten der Culturgewächse, pag. 232.

[3]) l. c. pag. 241.

[4]) l. c. pag. 254.

[5]) Untersuchungen über die Fäulniß der Mohrrüben. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1852. VIII. pag. 72.

Stellen der Stengel sind dieselben vorhanden. Sie stellen die Spermogonien des Pilzes dar. Unter der Epidermis breiten sich zahlreiche, vielfach gewundene Myceliumfäden aus, die in geringerer Zahl auch zwischen den Mesophyllzellen wachsen. Die Spermogonien nisten unter der Epidermis in der subepidermalen Myceliumschicht, deren Fäden hier, indem sie dichter sich verflechten und sich bräunen; die dünne Wand der Spermogonien bilden. Letztere haben geschlängelte Seitenwände und grenzen mit diesen oft unmittelbar an einander, gleichsam mehrfächerige Spermogonien darstellend. Der Boden und die ganzen Seitenwände sind mit dem Hymenium überzogen, welches aus langen, fadenförmigen Basidien besteht, auf denen länglich elliptische Spermatien abgeschnürt werden. Auf den untersten, älteren, im Absterben begriffenen Theilen bilden sich einige dieser Behälter zu den Ascusfruchtkörpern aus, die dann sogleich zur Reife kommen. Diese zerreißen am Scheitel in mehrere Lappen, die auf den Stengeln sitzenden, mehr langgestreckten oft nur mit einer einfachen Längsspalte. Sie haben gestielte Asci mit 8 lang elliptischen Sporen. Fuckel[1]) trennt die Fries'sche Art in **Phacidium autumnale**, welches im Herbst auf Galium boreale, und in **Ph. vernale**, welches im Frühling auf Galium Mollugo vorkommen soll; allein ich fand das erstere auch im Frühling.

IV. Der Ritzenschorf, Hysterium.

Kennzeichen des Pilzes und der Krankheit.

Diese Gattung hat schwarze, elliptische bis linealische Fruchtkörper (Perithecien), die der Länge nach im Substrate eingewachsen sind und als strichförmige Polster oder Wülste hervorbrechen, bis dahin durch ihre schwarze, krustige Wand geschlossen sind, dann mit einer Längsritze, welche über den ganzen Scheitel sich erstreckt, sich lippenförmig öffnen, wodurch die dem Boden des Peritheciums aufliegende Scheibe entblößt wird. Letztere besteht aus fadenförmigen Paraphysen und keulenförmigen, mit ihrem Scheitel etwas über die Oberfläche der Scheibe vorragenden Schläuchen mit je 8 cylindrisch-fadenförmigen, farblosen Sporen. Einige Arten dieser Gattung leben parasitisch in den Nadeln von Coniferen, an denen sie ein Gelb-, Braun- oder Rothwerden und zeitiges Abfallen veranlassen.

Auf Weißtannen.

1. Der Weißtannen-Ritzenschorf, **Hysterium nervisequum** *Fr.* (**Hypoderma nervisequum** *DC.*), befällt immer nur die einzelne Nadel, doch sind an einem Zweige oft zahlreiche Nadeln erkrankt, und zwar vorzüglich ein- bis dreijährige. Dieselben werden gelb oder hellbraun; darnach bilden sich im Sommer auf ihnen die Perithecien als schwarze, strichförmige Längspolster in einer einzigen Reihe auf der Mittelrippe an der Unterseite; bisweilen nimmt ein einziger fast die ganze Länge der Nadel ein. Dieselben erreichen ihre Reife erst im nächsten Frühjahr, nachdem die Nadeln inzwischen abgestorben sind; reife Sporenschläuche finden sich nur an ganz dürren Blättern. Bisweilen bleibt die Nadel bis dahin am Zweige; öfter fällt sie eher ab, mitunter auch ohne Perithecien gebildet zu haben. Reif findet man die letzteren daher vorzüglich an den abgefallenen, unter den kranken Pflanzen

[1]) Symb. mycol. pag. 262.

auf dem Boden liegenden Nadeln im Frühjahr. Das Mycelium des Pilzes ist im Parenchym der Nadel verbreitet, bereits wenn dieselbe gelb zu werden beginnt, und muß daher wol als die Ursache der Krankheit betrachtet werden. Die Gefährlichkeit der letzteren richtet sich nach der Zahl der verloren gehenden Nadeln, die bisweilen eine bedeutende sein kann. Die Krankheit ist wahrscheinlich eben so weit verbreitet wie die Tanne selbst.

Auf Fichten, Kiefern 2c.

2. Der Fichten- und Kiefern-Ritzenschorf, Hysterium Pinastri *Schrad.*[1]) (Lophodermium Pinastri *Chev.)*. Auf den Nadeln der Fichten und Kiefern bildet dieser Pilz ebensolche schwarze, polsterförmige Perithecien wie der vorige, die aber meist kürzer elliptisch sind; die Sporen sind hier so lang als die Asci, während sie beim vorigen nur ungefähr halb so lang sind. Bisweilen kommen auch Spermogonien vor, bald in Begleitung eines Peritheciums, bald auch für sich allein an einer Nadel; sie erscheinen als schwarze, in einer Reihe stehende Pünktchen, welche durch die Epidermis hervorbrechen und kleine, eiförmige, farblose Spermatien enthalten. Bei der Fichte nehmen die befallenen Nadeln im Frühling und Sommer eine hellbraune bis röthlichbraune Farbe an, werden dürr und fallen noch in demselben Sommer ab oder bleiben noch während des Winters hängen. Die Krankheit ist daher auch Fichtennadelbräune genannt worden. Erst an den abgestorbenen, vorzüglich an den abgefallenen Nadeln entwickeln sich die Perithecien, die an jeder der vier Seiten der Fichtennadel hervorbrechen können; viele Nadeln verderben auch ohne daß Früchte sich bilden. Die Kiefernnadeln bekommen vom April an rothbraune Flecken, worauf sie abfallen; die Krankheit hat daher gleiche Symptome wie die Schütte (pag. 211), mit der sie deshalb auch von Göppert[2]) und neuerdings von Prantl[3]) identificirt worden ist. In den Flecken befindet sich ein Mycelium; an den abgefallenen Nadeln bilden sich auf diesen Flecken die Perithecien, die bis zum nächsten Jahre reif sind. Prantl (l. c.) konnte durch Anbringung von Nadeln mit reifen Früchten an jungen Trieben deren Nadeln inficiren, wobei das Mycelium sich von den Spaltöffnungen aus verbreitete. — Auf dem Kamme des Riesengebirges, desgleichen in den Alpen traf ich hier und da gelbnadelige Knieholzbüsche an älteren absterbenden Nadeln derselben zeigte sich das Hysterium, welches mit dem der Fichten und Kiefern ganz übereinstimmt. Fries[4]) giebt das Hysterium Pinastri außer auf Fichten und Kiefern noch auf Pinus Strobus, P. Cembra, P. balsamea an. Ferner kennt man ein Lophodermium laricinum *Dub.* auf den Nadeln der Lärche und ein Hysterium Juniperi *Fr.* (Lophodermium Juniperi *de Not.)* auf Juniperus communis und J. Sabina. Ob auch diese im ersten Stadium Parasiten sind, ist unbekannt.

[1]) Bei Fuckel (Symbol. mycol. pag. 258) wird Hysterium nervisequum offenbar durch ein Versehen auf „Pinus excelsior" statt auf der Weißtanne vorkommend angegeben. R. Hartig (l. c.) hat daraus schließen müssen, daß man den Fichten-Ritzenschorf von dem der Weißtanne bisher nicht unterschieden habe, und hat den Pilz deshalb als Hypoderma macrosporum bezeichnet. Er ist aber schon von den älteren Mykologen als Hysterium Pinastri unterschieden worden.

[2]) Verhandl. des schlesischen Forstvereins 1852, pag. 67.

[3]) Flora 1877. Nr. 12.

[4]) Systema mycologicum II. pag. 587.

V. Der Runzelschorf, Rhytisma.

Kennzeichen des Pilzes. Wesen der Krankheit.

In diese Gattung gehören blätterbewohnende Parasiten, welche ein in der Blattmasse sich bildendes, einen schwarzen, krustigen Flecken darstellendes Stroma besitzen, in welchem an der Oberseite des Blattes die zahlreichen Fruchtkörper (Perithecien) gelegen sind (Fig. 94). Letztere sind mehr oder weniger langgestreckt und öffnen sich am Scheitel mit einer Längsspalte, sind aber nicht geradlinig, sondern unregelmäßig hin und her gebogen und geschlängelt, so daß die Oberfläche des Stroma lirellenförmige Runzeln zeigt. Die Sporenschläuche entwickeln sich in ihnen erst im Winter, wenn das Blatt abgefallen ist und auf dem Boden liegend verfault, so daß die Perithecien im folgenden Frühling reif sind. Die Sporenschläuche enthalten je 8 fadenförmige, farblose Sporen. Die durch diese Pilze verursachten Krankheiten sind daher durch das Auftreten großer, schwarzer, krustiger Flecken auf den Blättern charakterisirt. Solche Blätter behalten, höchstens mit Ausnahme eines gelben oder braunen, den Flecken umsäumenden Hofes ihre grüne Farbe und werden kaum eher als die gesunden zur Zeit des herbstlichen Laubfalles abgeworfen. Aber die großen und oft in ansehnlicher Zahl auf einem Blatte vorhandenen schwarzen Flecken bedingen, daß nur ein Bruchtheil der Blattfläche für die normale assimilirende Thätigkeit übrig bleibt; der andere schädliche Einfluß besteht darin, daß aus dem gesunden Theile des Blattes für die Ernährung des Pilzkörpers auch noch assimilirte Nährstoffe entzogen werden, die der Pflanze verloren gehen. Mit dem ersten der nachstehenden Parasiten hat Cornu[1]) Infectionsversuche durch Auflegen von Schnitten durch reifes Stroma auf die Pflanze gemacht und gefunden, daß nur bei Infectionen der Blattflächen die Flecken auf denselben sich erzeugen ließen. Der Pilz würde hiernach von dem alten, faulen Laub wieder auf die neuen Blätter übergehen.

Auf Ahorn.

1. **Rhytisma acerinum** *Fr.* auf unseren drei häufigen deutschen Ahornarten, Acer campestre, platanoides und Pseudoplatanus, die letztere in den Gebirgen bis an die obere Grenze ihrer Verbreitung begleitend und gerade dort in verstärktem Grade auftretend. Er bildet auf den Blättern 3 bis 20 Mm. große, kohlschwarze, gelbgesäumte, meist runde, etwas convexe, runzelige Flecken, die bisweilen in so großer Anzahl vorhanden sind, daß sie sich berühren und den größten Theil der Blattfläche einnehmen (Fig. 94). Zuerst entstehen im Sommer gelbe Flecken von der Größe und Form der späteren schwarzen. Bald darauf tritt gleichzeitig an vielen Punkten die Schwärzung ein; die gefärbten Punkte vergrößern sich und fließen allmählich zusammen. Die Myceliumfäden vermehren sich an diesen Stellen in einem solchen Grade, daß alle Räume der Gewebe erfüllt sind mit den fast lückenlos

[1]) Compt. rend. 22. Juli 1878.

verflochtenen Fäden. Diese sind innerhalb der Zellhöhlen regellos durch einander gewunden, nur in den Pallisadenzellen vorwiegend der Längsrichtung dieser folgend. In diesem Fadengewirr kann man trotzdem vielfach die Membranen der ursprünglichen Zellen noch erkennen, besonders die derberen Elemente der Fibrovasalbündel und die Epidermiszellwände beider Blattseiten. Eine continuirliche peripherische Lage dieses Stroma verdichtet sich zu einem

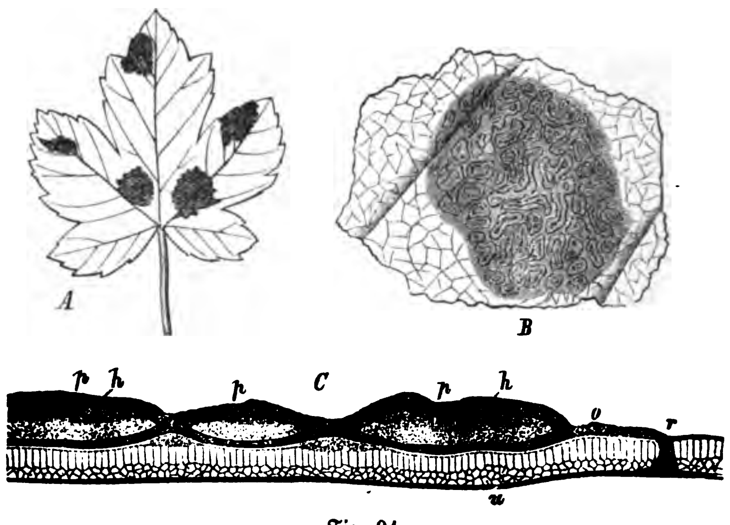


Fig. 94.

Rhytisma acerinum auf Acer pseudoplatanus. A Ein Blatt mit mehreren schwarzen Flecken, verkleinert. B Einer der schwarzen Flecken (Stroma), schwach vergrößert, um die lirellenförmigen Perithecien zu zeigen. C Durchschnitt durch ein Stück des Stroma. o Ober-, u Unterseite des Blattes; bei r der Rand des Stroma; p p p Perithecien, die im Innern der Rindeschicht angelegt und noch völlig geschlossen sind; h Anlage der Scheibe, zunächst nur aus einer Schicht fadenförmiger Paraphysen bestehend, die aus der subhymenialen Schicht entspringen. 90 fach vergrößert.

kleinzelligen Pseudoparenchym mit geschwärzten Membranen und bildet dadurch ein dunkele, krustige Rinde. An den beiden Seiten des Blattes geschieht dies ungefähr in einer Dicke, die derjenigen der Epidermis gleich ist. Aber auch am Rande grenzt sich das Stroma von dem benachbarten Blattgewebe durch eine ebensolche, schwarze, quer durch das Blatt hindurch gehende Rindezone ab. Alles innere Gewebe des Stroma bleibt farblos und erfüllt sich reichlich mit Oeltropfen. Die Beschaffenheit erinnert also an die eines Sclerotiums. An allen den Punkten, wo an der Oberseite des Stroma die lirellenförmigen Perithecien angelegt werden, besteht nur in der Ausbildung der Rindeschicht eine Abweichung; diese wird hier in viel größerer Mächtigkeit gebildet, so daß die Epidermiszellen, in denen dies geschieht, bedeutend ausgeweitet werden, die Cuticula weit abgehoben wird. Das so gebildete Gewebe schwärzt sich nicht in seiner Totalität; vielmehr bleibt eine centrale Partie in Form eines farblosen, kleinzelligen Pseudoparenchyms von der Schwärzung ausgeschlossen.

Es ist die Anlage der subhymenialen Schicht des zukünftigen Peritheciums. Dasselbe ist also nach außen von der dicken, gemeinschaftlichen Rinde des Stroma überzogen, aber auch nach innen durch eine dünnere, braune Rindeschicht vom Mark des Stroma abgegrenzt. Von der subhymenialen Schicht erheben sich nun, den Raum noch mehr ausweitend, rechtwinkelig gegen die äußere Rindeschicht die feinen, parallel und dicht beisammen stehenden Paraphysen, die Anlage der Scheibe bildend (Fig. 94 Ch); zwischen ihnen entstehen erst zur Zeit der Reife die Sporenschläuche. Die Perithecien werden hiernach aus dem in der Epidermis befindlichen Theile des Stroma gebildet. Auf den isolirten, schwarzen Punkten, mit deren Auftreten auf den anfänglich gelben Flecken die Bildung des Stroma beginnt, befinden sich Spermogonien, hin und wieder als ein sehr kleines, schwarzes, halbkugeliges Pünktchen in der Mitte eines schwarzen Fleckchens; sie enthalten zahlreiche, kurze, stäbchenförmige, farblose Spermatien. Später ist jede Spur der Spermogonien verschwunden.

Auf Weiden.

2. **Rhytisma salicinum** *Fr.* bildet auf den Blättern von Salix Caprea und aurita oberseits stark convexe und glänzende, schwarze, runzelige Krusten von ungefähr rundem Umriß und 10 Mm. und mehr Durchmesser, meistens nur local auf einzelnen Blättern, daher nicht erheblich schädlich.

Auf Andromeda.

3. **Rhytisma Andromedae** *Fr.* auf der Oberseite der Blätter der Andromeda polifolia glänzend schwarze, stark convexe, runzelige und höckerige Krusten bildend, welche oft die ganze Breite und nicht selten auch den größten Theil der Länge des Blattes einnehmen. Die erkrankten Blätter dieses immergrünen Sträuchleins bleiben meist bis zum nächsten Jahre stehen. Auf dem Brocken fand ich fast alle Individuen von dieser Krankheit befallen und theilweis fast in allen Blättern erkrankt, so daß viele deshalb zu sehr kümmerlicher Entwickelung gekommen waren.

Auf Onobrychis und Lathyrus.

4. **Rhytisma Onobrychis** *DC.* auf beiden Seiten der Blätter von Onobrychis sativa und Lathyrus tuberosus rundliche, schwarze Flecken bildend, auf denen am lebenden Blatte Spermogonien sich befinden, während die Ascusfrüchte wahrscheinlich erst an den abgefallenen Blättern entstehen.

---

8. Kapitel.
Kernpilze (Pyrenomycetes).

Begriff der Pyrenomyceten.

Bei den Kernpilzen sind die die Sporenschläuche (pag. 521) enthaltenden Früchte sehr kleine, ringsum geschlossene Kapseln, ohne oder nur mit porenförmiger Mündung am Scheitel, sogen. Perithecien, deren Inneres, gleichsam ein weicher Kern, aus den Sporenschläuchen besteht. Außerdem haben die Kernpilze auch noch verschiedene andere Früchte, gleich den Scheibenpilzen (pag. 521), nämlich Conidienträger, Spermogonien, Pykniden (durch größere Sporen von den Spermogonien unterschieden).

A. Die Mehlthaupilze, Erysiphe *Hedw.*

Mehlthau.

Die Arten der Gattung Erysiphe sind epiphyte Parasiten, welche auf grünen Pflanzentheilen ausgebreitete, weiße, schimmel- oder mehlartige Ueberzüge bilden, die unter dem Namen Mehlthau bekannt sind. Man darf damit nicht denjenigen Mehlthau verwechseln, welcher thierischen

Ursprungs ist, nämlich aus den leeren Bälgen von Blattläusen (s. unten) besteht. Der pilzliche Mehlthau wird gebildet von dem Mycelium, welches auf der Oberfläche des Pflanzentheiles wächst und hier die Fortpflanzungsorgane entwickelt. Letzteres sind die einem weißen Schimmel ähnlichen Conidienträger, durch deren Sporen der Pilz sogleich sich weiter fortpflanzt, und die überwinternden Perithecien, welche als punktförmige, schwarze Kügelchen später auf dem Mehlthau erscheinen.

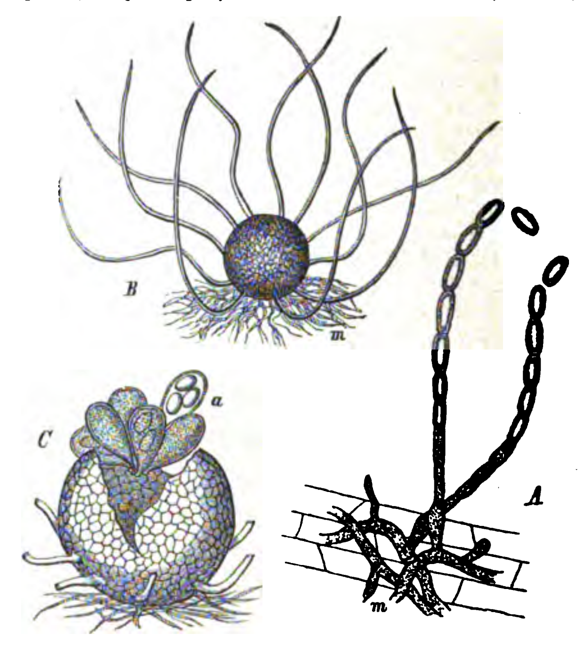


Fig. 95.

Mehlthaupilze. A Erysiphe graminis *Lév.* auf einem Grasblatte. Conidienträger mit kettenförmig abgeschnürten Sporen. m Mycelium. 100fach vergrößert. B Perithecium von Erysiphe communis *Link* mit langen Stützfäden. m Mycelium. Schwach vergrößert. C Ein ebensolches Perithecium, die Stützfäden abgerissen, durch Druck das Perithecium geöffnet und das Büschel der meist noch unreifen Sporenschläuche hervorgedrückt. Bei a ein fast reifer Sporenschlauch mit Sporen, zum Theil sichtbar. 200fach vergrößert.

Beschaffenheit und Entwickelung der Mehlthaupilze.

Das Mycelium der Mehlthaupilze besteht aus einer Menge feiner, spinnewebeartiger Fäden, welche septirt und verzweigt sind und in allen möglichen Richtungen auf der Oberfläche der Epidermis hinwachsen (Fig. 95 A). An den Rändern breiten sich die Mehlthauflecken centrifugal weiter aus. Bald überzieht der Pilz nur die Oberseiten der Blätter, bald anfänglich die Unterseiten und greift später auf die Oberseiten über, bald befällt er beide ohne

Unterschied und dann oft auch den Stengel und geht selbst bis auf die Früchte. Die Mycelfäden liegen überall der Epidermis dicht auf, dringen aber nicht selbst in dieselbe ein. Wol aber sind sie an vielen Punkten durch eigenthümliche Bildungen, sogen. Haustorien oder Saugorgane (Fig. 99) mit der Epidermis in organischem Zusammenhange. Dieselben sind nach de Bary[1]) kleine Auswüchse an der unteren, die Epidermis berührenden Seite des Fadens, die aber je nach Arten verschiedenen Bau haben. Entweder sind es unmittelbar vom Mycelfaden entspringende, äußerst dünne, röhrchenförmige Ausstülpungen, welche die Außenwand der Epidermiszelle durchbohren und dann im Innern der Zelle blasig anschwellen. Oder der Faden treibt eine seitliche, halbrunde Aussackung, aus welcher erst das Saugröhrchen entspringt; oder endlich es bildet sich eine unregelmäßig gelappte, fast scheibenförmig der Epidermiszelle fest anliegende Ausstülpung, welche dann an irgend einem Punkte das Saugröhrchen in's Innere der Zelle sendet (Fig. 99). Wenn das Mycelium eine gewisse Ausbreitung erlangt hat, so entsteht auf demselben die erste Generation von Fortpflanzungsorganen in Form von Conidienträgern: an vielen Stellen richten sich einzelne, kurze, einfache Zweige der Mycelfäden auf und schnüren an ihrer Spitze je eine oder mehrere in einer Reihe über einander stehende Conidien ab (Fig. 95 A). Diese Conidienträger stehen ungefähr senkrecht auf der Oberfläche des Pflanzentheiles, und da sie gewöhnlich in großer Anzahl erscheinen und die von ihnen abfallenden Conidien sich anhäufen, so nimmt der Mehlthau in dieser Periode eine noch dickere, mehlartige Beschaffenheit an. Die Conidien sind oval, einzellig, farblos und sofort nach ihrer Ablösung keimfähig. Bei der Keimung wachsen sie an dem einen Ende in einen Keimschlauch aus, aus welchem sich auf einer geeigneten Nährpflanze wieder ein neues Mycelium entwickelt.. Auf diese Weise geschieht während des Sommers die Vermehrung des Pilzes und die Verbreitung der Krankheit. Während die Entwickelung der Conidien zu Ende geht, folgt als zweite Generation von Fortpflanzungsorganen auf demselben Mycelium die Bildung der Perithecien. Das sind ungefähr kugelrunde, schwarze Kapseln, so klein, daß sie eben noch mit bloßem Auge erkannt werden können, aber in Menge auf dem Mehlthau zerstreut, so daß dieser wie mit vielen feinen, schwarzen Pünktchen besäet erscheint oder mehr ein schwarzbräunliches Colorit annimmt. Die Entstehung derselben auf dem Mycelium, wobei man sexuelle Vorgänge annimmt, ist als von rein mycologischem Interesse hier zu übergehen. Anfänglich sind sie farblos, nehmen mit zunehmender Größe gelbe, dann bräunliche, endlich schwarze Farbe an. Ihre ziemlich dünne Hülle besteht aus vielen fest verbundenen, parenchymatischen, braunen Zellen und ist auswendig meist mit einem eigenthümlichen Besatze von Fäden versehen, welche Verlängerungen einzelner Zellen der Fruchthülle sind. Diese sogen. Stützfäden (suffulcra oder appendicula) sind bei jeder Art von bestimmtem, constantem Baue (Fig. 96, 97, 98), und dienen daher mit zur Unterscheidung dieser Pilzarten. Das reife Perithecium ist von krustig spröder Beschaffenheit, läßt sich leicht zerdrücken und zeigt dann in seiner Höhlung einen Sporenschlauch oder ein Büschel solcher, die im Grunde derselben befestigt sind und je 2—8 einzellige. länglichrunde, ziemlich derbwandigen, farblose bis bräunliche Sporen haben (Fig. 95 B und C). Bei den meisten Arten bilden die Schläuche ihre Sporen noch in demselben Sommer, sobald

---

[1]) Beitr. z. Morphol. u. Physiol. d. Pilze, III. Frankfurt 1870, pag. 23.

die Perithecien auf der Nährpflanze ihre Ausbildung erreicht haben; bei Erysiphe graminis dagegen nach Wolff[1]) erst im Frühjahr. In allen Fällen scheinen die Ascosporen ihre Keimfähigkeit erst nach der Ueberwinterung zu erlangen. Diese Sporen werden in Freiheit gesetzt, nachdem die auf den vorjährigen Pflanzenresten zurückgebliebenen Perithecienhüllen inzwischen verwest sind. Die weitere Entwickelung dieser Ascosporen ist bis jetzt nur in einem Falle, nämlich an Erysiphe graminis von Wolff[1]) beobachtet worden. Dieselben treiben, wenn sie im Frühjahr aus dem platzenden Sporenschlauch ausgetreten sind, schon nach ca. 6 Stunden Keimschläuche. Auf Weizenblätter gesäet, bildeten die Sporen an der Spitze ihrer Keimschläuche eine Anschwellung, aus welcher ein Haustorium in eine Epidermiszelle eindrang, worauf aus dem zwischen der Spore und dem Haustorium liegenden Stücke des Keimschlauches sich auf dem Blatte ein Mycelium entwickelte, welches bereits nach 10 Tagen Conidienträger hatte. Man darf hiernach die Ascosporen als die Ueberwinterungsorgane betrachten, aus denen der Pilz jedes Jahr sich bildet und die Krankheit neu erzeugt wird.

Bisweilen durchläuft ein Mehlthaupilz den eben beschriebenen Entwickelungsgang nicht vollständig, indem er bei der Conidienbildung stehen bleibt. Solche Formen stellte man früher in die Gattung Oïdium. Diese Gattungsbezeichnung muß einstweilen für diejenigen beibehalten werden, deren Perithecien noch nicht bekannt sind. Alle anderen, deren Perithecien man kennt, werden nach der Beschaffenheit dieser in eine Reihe von Gattungen (s. pag. 560 ff.) gebracht.

Wirkung der Mehlthaupilze auf die Pflanze.

Die Wirkung des Mehlthaues auf den befallenen Pflanzentheil scheint von den Punkten auszugehen, wo Haustorien in die Epidermis eingedrungen sind. Denn man bemerkt oft zuerst dort die Membran und den Inhalt der Epidermiszelle gebräunt. Späterhin treten an dem ganzen befallenen Organe Krankheitssymptome auf, welche als die schließliche Folge der fortdauernden Aussaugung durch den Pilz betrachtet werden müssen. Dieselben sind verschieden, je nachdem der Pflanzentheil in völlig ausgebildetem Zustande oder bereits während seines Wachsthums angegriffen wird. Im ersteren Falle, wo es sich um die völlig erwachsenen grünen Blätter handelt, verlieren dieselben schneller oder langsamer ihr gesundes Grün, werden mehr gelb oder bräunlich, sterben endlich unter Zusammenschrumpfen ab und vertrocknen an der Pflanze oder fallen ab. Ueberzieht der Mehlthau jugendliche Theile, wachsende Stengel und Triebspitzen sammt den daran sitzenden unentwickelten Blättern, so tritt eine Stockung des Wachsthums und baldiges Verkümmern und Absterben ein; jedes junge Blatt bleibt dann auf der Größe, die es gerade erreicht hatte, stehen, und die Stengelspitze trocknet ein. Die verkümmerten Theile sind dann gewöhnlich ganz von dem weißen Mehlthau befallen. Da der Pilz meistens weite Strecken der Pflanze überzieht, so können krautartige Pflanzen dadurch ganz unterdrückt werden; an Holzpflanzen be-

[1]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 183.

schränkt sich der Schaden auf einzelne Triebe, beziehendlich Früchte. In diesen Fällen besteht also die Einwirkung in einer allmählichen Auszehrung der ergriffenen Theile. Selten ist die andere Form der Einwirkung, die sich als Hypertrophie darstellt; so zeigen z. B. die Stengel von **Galeopsis**, wenn sie von **Erysiphe lamprocarpa** befallen sind, oft starke Verkrümmungen und Anschwellungen.

Wirkungen äußerer Einflüsse

Aeußere Einflüsse können die Entwickelung des Mehlthaues befördern. Dies gilt vom Klima, von der Lage, von der Witterung und von der Bodenbeschaffenheit, zum Theil wol auch von den Culturmethoden. Wie bei allen pilzparasitischen Krankheiten, so läßt sich um so mehr bei der epiphytischen Natur der hier in Betracht kommenden Schmarotzer eine dauernd reichliche Feuchtigkeit als das kräftigste Beförderungsmittel der Mehlthaukrankheiten erwarten. In der That weisen auch auf dieses Moment die meisten in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen[1]) hin, welche sich vorzugsweise auf die Traubenkrankheit beziehen. In den feuchten Küstenländern tritt dieselbe weit stärker als auf dem Continente auf, in Gegenden mit regelmäßigen, häufigen Niederschlägen, wie an den Südabhängen der Alpen, ebenfalls häufiger, als in anderen; niedere und feuchte Lagen leiden mehr als hoch und trocken gelegene Weinberge. Mehrseitig ist behauptet worden, daß horizontal auf dem Boden liegende Reben gesunde Trauben lieferten, während die an den aufrecht gezogenen desselben Stockes befindlichen Trauben erkrankten; doch sind in dieser Beziehung auch die gerade entgegengesetzten Angaben gemacht worden. Ebenso würde der etwaige Zusammenhang mit der Düngung nicht ohne weiteres aufzuklären sein. Man hat mehrfach Mangel an Düngung als einen die Krankheit begünstigenden Umstand bezeichnet, und will besonders nach Düngung mit Kali einen günstigen Erfolg beobachtet haben.[2])

Gegenmittel.

Die Verhütungsmaßregeln gegen den Mehlthau werden sich zunächst gegen die Ueberwinterungssporen des Pilzes, wo solche gebildet werden, zu richten haben. Das Stroh und alle Reste kranker Pflanzen, auf denen Mehlthau mit Perithecien sitzt, dürfen nicht auf den Compost oder sonst irgendwohin kommen, wo die Sporen im Frühjahr keimen würden, sondern sind am besten durch Verbrennen zu vernichten. Ist im Sommer der erste neue Mehlthau erschienen, so kann man durch Entfernen der befallenen Blätter die ersten Herde für weitere Verbreitung unterdrücken. Aber wir besitzen diesen epiphyten Pilzen gegenüber auch ein Zerstörungsmittel, welches nicht zugleich die Nährpflanze angreift und

---

[1]) Vergl. v. Mohl, Bot. Zeitg. 1860, pag. 168. — Bot. Zeitg. 1854, pag. 259. — Conté in Compt. rend. 1868, pag. 1268, 1358.

[2]) Vergl. Biedermann's Centralbl. f. Agriculturchemie 1876. I. pag. 465.

daher nicht blos ein Verhütungs-, sondern bei schon ausgebrochenem Mehlthau ein wirkliches Heilmittel ist. Das ist das Schwefeln, d. h. das Bepudern der Pflanzen mit Schwefelblumen, was besonders gegen die Traubenkrankheit in Anwendung ist. Erfahrungsgemäß tödtet der aufgestreute Schwefel nicht nur den vorhandenen Pilz, sondern schützt auch gesunde Pflanzen vor dem Befallenwerden. Man bedient sich dazu eines trockenen Maurerpinsels oder einer besonders dazu gefertigten Puderquaste, oder eines Blasebalges und soll die Operation während des Morgenthaues vornehmen und dreimal ausführen, nämlich kurz vor der Blüte, kurz nachher und im August. Außerdem sind noch andere Mittel in Vorschlag gebracht worden: eine Mischung von 1 Kilo Kalk und 3 Kilo Schwefel mit 5 Kilo Wasser gekocht, dann mit 1 Hektoliter Wasser verdünnt und die Flüssigkeit aufgespritzt. Ferner hat man eine aus Sicilien stammende, feine, 40% Schwefel enthaltende Erde (minerale greggio) gestreut.[1] Auch die bei der Bereitung des Schwefels in Sicilien bleibenden Rückstände (Ginese genannt), welche bis zu 51% Schwefel enthalten können, hat man verwendet,[2] desgleichen fein pulverisirten Schwefelkies, der 46—52% Schwefel enthielt,[3] und will nach allen diesen Mitteln dieselben oder selbst günstigere Resultate als beim Schwefeln erhalten haben. Wie zu erwarten, hat man auch bei anderen Mehlthaupilzen, da es die gleichen Bildungen sind wie der Weintraubenpilz, die günstige Wirkung des Schwefelns constatirt. So bei dem Mehlthau auf Weizen und Gerste[4]) und besonders beim Rosenmehlthau. Gegen letzteren hat man erfolgreich angewendet außer Schwefelblumen: Bespritzen mit schwefelhaltigem Wasser oder mit einer Lösuug von 1 Theil Schwefelcalcium und 1 Theil grüner Seife in 40—50 Theilen Wasser oder mit einer Auflösung von unterschwefligsaurem Natron in Wasser. Lösungen von Catechu und mehr noch von Carbolsäure zeigten schon schädlichen Einfluß auf die Nährpflanzen. Die Wirkung des Schwefels hat man wol mit Unrecht der Bildung von schwefliger Säure zugeschrieben, da, wenn solche dauernd sich bildete, eine vergiftende Wirkung auf die Blätter (vergl. pag. 331) hervortreten würde. Wenn wir berücksichtigen, daß es sich um einen Pilz handelt, dessen Sporen auf der durch Thau oder Regen benetzten Epidermis keimen und in direkter Berührung mit derselben sich entwickeln müssen, so gewinnt vielmehr diejenige Ansicht an Wahrscheinlichkeit, welche eine mechanische Wirkung des Schwefelpulvers und ähnlicher, staubförmiger Einstreuungen

---

1) Wochenbl. d. Annal. d. Landwirthsch. in d. Preuß. Staaten 1871. Nr. 6.

2) Landw. Versuchsstationen 1876. Nr. 1.

3) Compt. rend. 1876. II. pag. 214, 966.

4) Haberlandt, citirt in Biedermann's Centralbl. f. Agriculturchemie 1876. I. pag. 475.

annimmt. Man will in der That die Beobachtung gemacht haben, daß auch Chausseestaub, wenn er dick auf den Pflanzen lag, vor der Traubenkrankheit schützte.[1]) Endlich sei noch auf die oben hervorgehobene, die Krankheit begünstigende Wirkung einer anhaltend feuchten Luft hingewiesen, woraus von selbst folgt, daß man auch durch Auswahl einer passenden trockenen Lage unter Umständen viel gegen das Umsichgreifen von Mehlthau ausrichten kann. Auch würde eine Wahl solcher Rebenvarietäten in Betracht zu ziehen sein, welche erfahrungsmäßig von dem Pilze weniger stark befallen werden, worüber unten bei der Traubenkrankheit näheres bemerkt ist.

Historisches.

Der Mehlthau in dem hier bezeichneten Sinne scheint schon im Alterthume bekannt gewesen zu sein, wenn man gewisse Stellen bei alten Schriftstellern so auslegen darf, wie z. B. bei Plinius, welcher mit roratio einen Thau bezeichnet, der das Abfallen der Weinbeeren bedingt. Dagegen bedeutet ἐρυσίβη der Griechen, wiewol Linné davon den Namen Erysiphe zur Bezeichnung des Mehlthaupilzes entlehnte, etwas ganz anderes, nämlich den Rost (robigo der Römer, s. pag. 453). Die Bezeichnung Mehlthau ist ein von Alters her im Volksmunde gebräuchliches Wort und hängt mit der Vorstellung zusammen, welche derartige Ueberzüge auf Pflanzen als mit dem Regen oder Thau niedergefallen betrachtete. Bis heute hat sich diese Vorstellung im Volke erhalten; „es ist etwas aufgefallen“ heißt es allgemein, wenn plötzlich eine solche oder ähnliche Krankheit, die man sich nicht erklären kann, zum Vorschein kommt; Mehlthau, Mehlthaukram, Mehldreck, Lohe sind anderweite gangbare Bezeichnungen dafür. Die botanischen Schriftsteller nahmen den Namen Mehlthau, Albigo, für die in Rede stehende Krankheit. Als Pilze wurden diese Bildungen zuerst von Linné unter dem Namen Mucor Erysiphe bezeichnet, Persoon beschrieb sie als Sclerotium Erysiphe und Hedwig stellte für sie die jetzige Gattung Erysiphe auf. Ohngeachtet der Erkenntniß ihrer Pilznatur wurden die Mehlthaupilze nicht für das Primäre, sondern für Producte krankhafter organischer Excrete der Pflanze gehalten von Unger[2]) und selbst noch von Meyen[3]). Erst Tulasne's[4]), Mohl's[5]) und de Bary's[6]) Arbeiten haben die richtige Kenntniß der Natur und Entwickelung der Erysipheen und ihrer Beziehungen zur Nährpflanze vermittelt.

Zahl, Verbreitung und Vorkommen der Erysiphe-Arten.

Es giebt in Europa einige 30 Arten Mehlthaupilze, auch aus Nord-Amerika ist eine Anzahl bekannt, in anderen Welttheilen sind ihrer ebenfalls gefunden worden, und es kann nicht bezweifelt werden, daß die Krankheit über die ganze Erde verbreitet ist. Jede Mehlthaupilzart hat ihre besonderen Nährpflanzen, auf denen sie allein zu finden ist. Diese

[1]) Vergl. v. Mohl, Bot. Zeitg. 1860, pag. 172.

[2]) Exantheme der Pflanzen. Wien 1833, pag. 386.

[3]) Pflanzenpathologie, pag. 178.

[4]) Nouvelles observations sur les Erysiphes. Ann. des sc. nat. 4. sér. T. VI. pag. 299. — Bot. Zeitg. 1853, pag. 257. — Selecta Fungorum Carpologia I.

[5]) Ueber die Traubenkrankheit. Bot. Zeitg. 1854, pag. 137.

[6]) Beitr. zur Morphol. u. Physiol. d. Pilze. III. Frankfurt 1870.

sind entweder auf eine Gattung beschränkt, oder es sind Gattungen aus einer und derselben Familie, bei einigen sogar Pflanzen aus sehr verschiedenen Familien. Es kann daher nicht irgend ein Mehlthau auf jede beliebige Pflanze übergehen, sondern Uebertragung ist nur innerhalb der Verbreitungssphäre einer jeden Erysiphee möglich. Daher ist die Unterscheidung der einzelnen Mehlthaupilzarten und die Angabe des Kreises ihrer Nährpflanzen von besonderer Wichtigkeit. Wir führen hier die einzelnen Arten nach den Gattungen an, in die man die alte Gattung Erysiphe, die früher sämmtliche Arten umfaßte, zertheilt hat.

I. Podosphaera *Kze.* et *Lév.*

Podosphaera.

Perithecien mit einem einzigen Ascus mit 8 Sporen. Stützfäden auf dem Scheitel des Peritheciums, gerade, an ihrem Ende ein- oder mehrmals dichotom verzweigt (wie in Fig. 97). Conidien kettenförmig.

Auf Prunus, Eberesche, Heidelbeeren 2c.

1. Podosphaera Kunzeï *Lév.* (Erysiphe tridactyla *Rabenh.*), auf den Blättern von Prunus Padus sowie des Pflaumenbaums (Prunus domestica) und des Schwarzdorns, ferner der Eberesche und auf den Blättern der Heidelbeeren (Erysiphe myrtillina *Rabenh.*). In Michigan ist der Pilz auch auf Kirschbäumen sehr schädlich aufgetreten.[1]) Die Stützfäden doppelt so lang als der Durchmesser des Peritheciums.

Auf Weißdorn.

2. Podosphaera clandestina *Lév.* (Erysiphe clandestina *Link*, Erysiphe Oxyacanthae *DC.*), auf den Blättern des Weißdorns. Stützfäden kaum so lang als der Durchmesser des Peritheciums.

II. Sphaerotheca *Lév.*

Sphaerotheca.

Perithecien mit einem einzigen achtsporigen Ascus. Stützfäden am Grunde des Peritheciums entspringend, unverzweigt, flockig geschlängelt (wie in Fig. 95 B). Conidien kettenförmig.

Rosenweiß.

1. Sphaerotheca pannosa *Lév.*, mit dickem, fast tuchartigem, weißem Mycelium und mit farblosen Stützfäden. Dieser Mehlthau ist überall unter dem Namen Rosenweiß oder Rosenschimmel bekannt, überzieht Zweige und Blätter cultivirter Rosen und ist besonders für junge Triebe und Blätter verderblich, die dadurch im Wachsthum zurückgehalten und getödtet werden; bisweilen werden selbst die Blütenknospen vernichtet. Auch auf den Pfirsichbäumen kommt er vor und überzieht hier die Oberfläche und die Blätter junger Triebe, wobei die Blätter schrumpfen und oft sämmtlich abfallen und die Früchte mitten in ihrer Ausbildung zurückbleiben und verderben. Auch in Nord-Amerika ist dieser Mehlthau gefunden worden, und zwar in Californien auf Pfirsichbäumen, in Iowa auf Himbeeren, in Michigan auf Stachelbeeren.[1])

Auf Hopfen 2c.

2. Sphaerotheca Castagneï *Lév.* (Erysiphe macularis *Schlechtend.*), das Mycelium in begrenzten Flecken auftretend, die sich vergrößern und zusammenfließen, später immer sich mit zahlreichen Perithecien bedeckend, deren Stützfäden braun gefärbt sind, daher bräunliche Farbe annehmend. Dieser Mehlthau ist auf zahlreichen Pflanzen verschiedener Familien verbreitet, und zwar 1. auf Rosaceen und verwandten Familien, nämlich auf Potentilla, Geum, Alchemilla arvensis und Alchemilla vulgaris (auf dieser hoch in

[1]) Nach Farlow, citirt in Just, Bot. Jahresber. für 1877, pag. 98.

die Gebirge gehend), Sanguisorba officinalis, Spiraea Ulmaria, 2. auf Onagraceen, nämlich auf Epilobium-Arten, 3. auf Balsamineen, nämlich auf Impatiens Nolitangere, 4. auf Cucurbitaceen, besonders auf Blättern der Gurken und Kürbisse, 5. auf Compositen sehr verbreitet, und zwar auf Taraxacum officinale, Crepis, Senecio, Erigeron, 6. auf Scrofularinen, nämlich auf Veronica, Euphrasia, Melampyrum, 7. auf Plantagineen, und zwar Plantago media und lanceolata. 8. Auf Hopfen, besonders den jungen Trieben und Blättern höchst verderblich.

Auf Stachelbeeren.

3. **Sphaerotheca mors uvae** *Berk. et Curt.*, ein nordamerikanischer, bei uns unbekannter Pilz auf den Stachelbeerfrüchten, mit seinem dick polsterförmigen Mycelium die Beeren bedeckend und einhüllend, wodurch dieselben ausgesaugt, getödtet und zum Abfallen gebracht werden. Er tritt in Pennsylvanien auf den in den Gärten gebauten Stachelbeeren epidemisch auf und soll mehrere Jahre hindurch die Ernte vollständig vernichtet haben[1]).

III. Phyllactinia *Lév.*

Phyllactinia.

Perithecien mit mehreren, zweisporigen Schläuchen. Stützfäden unverzweigt, nadelförmig gerade, am Grunde zwiebelförmig verdickt (Fig. 96). Conidien einzeln.

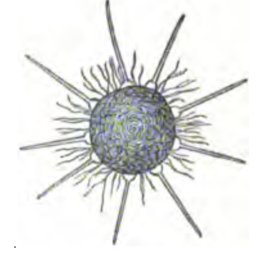


Fig. 96.
Perithecium von Phyllactinia guttata *Lév.*, von oben gesehen, darunter feine Mycelfäden. Im Umfange des Peritheciums entspringen die nadelförmigen, am Grunde zwiebelförmig verdickten Stützfäden. Schwach vergrößert.

Auf Birnbaum, Weißdorn etc.

Phyllactinia guttata *Lév.* (Erysiphe guttata *Link*), nur auf Holzpflanzen, aber in verschiedenen Familien, nämlich auf den Blättern des Birnbaums, Weißdorns, von Lonicera Xylosteum, der Esche, der gemeinen und der grauen Erle, Birke, Eiche, Buche, Hainbuche, Hasel.

IV. Uncinula *Lév.*

Uncinula.

Perithecien mit mehreren, zwei- bis achtsporigen Schläuchen. Stützfäden aus dem oberen Theile des Peritheciums entspringend, an der Spitze hakenförmig oder rankenförmig eingerollt, dabei unverzweigt oder einmal gabelig getheilt (Fig. 97). Conidien kettenförmig.

Auf Ulme.

1. **Uncinula Bivonae** *Lév.*, mit zweisporigen Schläuchen, auf den Blättern der Ulme.

Auf Weiden und Pappeln.

2. **Uncinula adunca** *Lév.*, mit viersporigen Schläuchen, auf den Blättern der Weiden- und Pappelarten.

Auf Schwarzdorn.

3. **Uncinula Wallrothii** *Lév.* (Erysiphe Prunastri *DC.*), mit sechssporigen Schläuchen, auf den Blättern des Schwarzdorns.

Auf Ahorn.

4. **Uncinula bicornis** *Lév.* (Erysiphe bicornis *Link*, Erysiphe aceris *DC.*), mit achtsporigen Schläuchen, auf den Blättern der Ahorne, vorzüglich

---

[1]) Vrgl. Schweinitz, Synopsis of North American Fungi, pag. 270. — Cooke, The Erysiphei of the United States, Journ. of Botany 1872 No. 1. — Berkeley und Curtis in Grevillea IV., pag. 158.

auf Acer campestre, hier besonders die jungen Blätter und Triebe oft verderbend.

Auf nordamerikanischen Reben.

5. Uncinula spiralis *Berk. et Curt.*, mit sechssporigen Schläuchen, in Nord-Amerika auf den Blättern der dort einheimischen Reben, Vitis Labrusca und Vitis cordifolia. Der Pilz erscheint erst auf den älteren Blättern, macht daher unbedeutenden Schaden, soll zwar auch auf die Kämme der reifen Beeren übergehen, aber ohne diesen schädlich zu werden[1]). Ob der Pilz mit dem europäischen Oïdium Tuckeri (pag. 564) identisch ist, bedarf noch der Entscheidung. Farlow[2]) bezeichnet die Meinung, daß Oïdium Tuckeri in Amerika vorkomme, als nicht sicher erwiesen bezeichnet und hält eine Verwechselung mit der dort häufigen Uncinula für möglich, von deren Oïdiumform er sogar bemerkt, daß sie sich von dem Oïdium Tuckeri vielleicht gar nicht unterscheide. — Eine ähnliche Art, Uncinula subfusca *Berk. et Curt.*, ist in Nord-Amerika auf den Blättern von Ampelopsis quinquefolia gefunden worden.

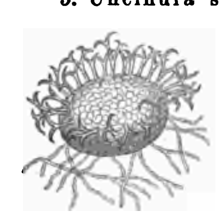


Fig. 97.
Perithecium von Uncinula bicornis *Lév.*, unten auf Myceliumfäden sitzend; um den Scheitel die Stützfäden. Schwach vergrößert.

V. Calocladia *Lév.* (Microsphaera *Lév.*).

Calocladia.

Perithecien mit mehreren, vier- bis achtsporigen Schläuchen, Stützfäden aus dem mittleren Theile der Perithecien entspringend, an ihrer Spitze wiederholt in regelmäßige, kurze Dichotomien getheilt (Fig. 98). Conidien kettenförmig.

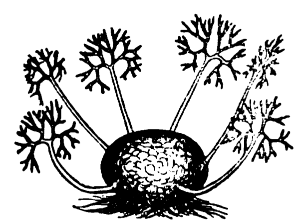


Fig. 98.
Perithecium von Calocladia Grossulariae *Lév.* mit den an der Spitze wiederholt dichotomen Stützfäden. Schwach vergrößert.

Auf Rhamnus frangula.

1. Calocladia divaricata *Lév.* (Erysiphe divaricata *Link.*). Perithecien mit vier viersporigen Schläuchen; die Stützfäden 5 Mal so lang als das Perithecium, die letzten Zweige derselben an der Spitze verdickt und gekrümmt. Auf den Blättern von Rhamnus frangula, oft schon an den jungen Trieben und diese rasch vernichtend.

Auf Viburnum Lantana.

2. Calocladia Hedwigii *Lév.* Wie vorige, aber die Stützfäden nur wenig länger als das Perithecium; auf den Blättern von Viburnum Lantana.

Auf Erle, Birke &c.

3. Calocladia penicillata *Lév.* Perithecien mit vier achtsporigen Schläuchen; Stützfäden wie bei den vorigen. Auf den Blättern der gemeinen und der grauen Erle, der Betula pubescens und des Viburnum Opulus.

Auf Evonymus europaeus.

4. Calocladia comata *Lév.* (Erysiphe comata *Link.*). Perithecien mit acht viersporigen Schläuchen; Stützfäden sehr lang, haarförmig. Auf den Blättern von Evonymus europaeus.

Auf Stachelbeerblättern.

5. Calocladia Grossulariae *Lév.* Stützfäden der Perithecien

---

[1]) Vrgl. F. v. Thümen, Pilze des Weinstockes. Wien 1878, pag. 184 u. 12.

[2]) Citirt in Just, Bot. Jahresber. für 1876, pag. 139.

mehrmals dichotom verzweigt, mit geraden, fadenförmigen, zweizähnigen letzten Zweigen. Auf den Blättern der Stachelbeeren.

6. **Calocladia holosericea** *Lév.* Stützfäden einmal dichotom getheilt, mit fadenförmigen, geraden letzten Zweigen, nicht gezähnt. Auf den Blättern von Astragalus glycyphyllos. Auf Astragalus.

7. **Calocladia Berberidis** *Lév.* Stützfäden dreimal dichotom getheilt, mit fadenförmigen, geraden letzten Zweigen, nicht gezähnt. Auf den Blättern der Berberize. Auf Berberize.

VI. Erysiphe *Lév.*

Perithecien mit mehreren, zwei- bis achtsporigen Schläuchen; Stützfäden meist unverzweigt, flockig geschlängelt (Fig. 95 B). Conidien kettenförmig. Erysiphe.

1. **Erysiphe lamprocarpa** *Link.* Schläuche zweisporig, Stützfaden braun gefärbt. Ein auf den Blättern und Stengeln krautartiger Pflanzen zahlreicher Familien verbreiteter Mehlthau, nämlich 1. auf Compositen und zwar Lappa, Cirsium, Centaurea, Sonchus, Prenanthes, Taraxacum, Cichorium Intybus, Hieracium, Scorzonera hispanica, Xanthium, 2. auf Plantagineen, nämlich Plantago major, 3. auf Scrofularineen, und zwar auf Verbascum, 4. auf Labiaten, nämlich Galeopsis, Stachys, Lycopus, Lamium. Dieser Parasit bringt an seinen Nährpflanzen außer den gewöhnlichen Symptomen bisweilen auch Hypertrophien hervor; so fand ich an einem Blütenschaft von Plantago major Anfang von Verbänderung (pag. 231) und an den untersten Deckblättern Phyllodie (pag. 251), an einem Stengel von Galeopsis pubescens starke geschlängelte Krümmungen, Verdickung und Verbänderung und zugleich eine Anhäufung kleiner Adventivsprosse an den verdickten Stengeltheilen. E. lamprocarpa auf zahlreichen Kräutern.

2. **Erysiphe Linkii** *Lév.* Von der vorigen nur durch die farblosen Stützfäden unterschieden, auf den Blättern von Artemisia vulgaris und Tanacetum vulgare. Auf Artemisia und Tanacetum.

3. **Erysiphe graminis** *Lév.* Perithecien in dem dick polsterförmigen Mycelium halb eingesenkt, mit farblosen Stützfäden; Schläuche achtsporig. Auf den Blättern verschiedener Gramineen, sowol Getreidearten als Gräser, z. B. häufig auf Dactylis. In Nordamerika soll der Pilz auf Weizen sehr schädlich aufgetreten sein.[1]) Auf Gräsern.

4. **Erysiphe Martii** *Lév.* Wie die vorige, aber die Perithecien auf dünnem Mycelium sitzend, nicht eingesenkt. Dieser Mehlthau ist verbreitet auf folgenden Familien: 1. Papilionaceen und zwar auf Rothklee (oft große Striche in den Kleeäckern weiß färbend, indem er die Pflanzen ganz überzieht), Inkarnatklee, Trifolium medium, filiforme etc., auf Melilotus, Medicago, Orobus, Vicia, Lupinus, 2. Umbelliferen, und zwar Anthriscus sylvestris, Pastinaca, Heracleum, Peucedanum Oreoselinum, Angelica, Pimpinella Saxifraga, Falcaria, 3. Hypericineen, nämlich Hypericum, 4. Urticaceen, nämlich Urtica dioica, 5. Spiräaceen, nämlich Spiraea ulmaria, 6. Cruciferen, nämlich auf Hesperis, Capsella und Brassica-Arten, 8. Rubiaceen, und zwar auf Galium-Arten, 9. Convolvulaceen, nämlich auf Calystegia sepium. E. Martii auf zahlreichen Kräutern.

5. **Erysiphe tortilis** *Link.* Schläuche achtsporig. Stützfäden braun Auf Cornus sanguinea.

[1]) Vergl. Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 98 u. 101.

gefärbt, zehn und mehr Mal länger als das Perithecium. Auf den Blättern von Cornus sanguinea.

E. communis auf zahlreichen Kräutern.

6. Erysiphe communis *Link*. Schläuche mit 4 und mehr Sporen, Stützfäden braungefärbt, zwei oder drei Mal länger als das Perithecium. Bis jetzt auf folgenden Pflanzen gefunden: 1. auf Papilionaceen, und zwar auf Ononis, Lathyrus, 2. Ranunculaceen, nämlich auf Clematis, Thalictrum, Ranunculus-Arten, Delphinium Ajacis, Aquilegia, Caltha, 3. Geraniaceen, und zwar Geranium pratense, 4. Onagraceen, nämlich Circaea, 5. Lythrariceen, nämlich Lythrum Salicaria, 6. Polygonaceen, nämlich Rumex Acetosella und Polygonum aviculare, 7. Dipsaceen, und zwar auf Knautia und Dipsacus sylvestris, 8. Valerianeen, nämlich Valeriana officinalis, 9. Convolvulaceen, nämlich Convolvulus arvensis.

Auf Symphytum.

7. Erysiphe horridula *Lév.* Von der vorigen durch ihre zahlreichen (20 und mehr) viersporigen Schläuche in jedem Perithecium unterschieden. Auf den Blättern von Symphytum officinale.

Auf amerikanischen Weintrauben.

8. Unter dem Namen Erysiphe necator *Schwz.* ist schon von Schweinitz[1]) ein Mehlthau auf den Trauben von Vitis labrusca in den Weinbergen Pennsylvaniens beschrieben, neuerdings aber nie wiedergefunden worden. Er soll die Trauben zerstören. Ob er eine selbständige Art oder mit dem Oïdium der echten Traubenkrankheit (s. unten) identisch ist, ist unentschieden.

VII. Oïdium-Formen.

Oïdium-Formen.

Außer den aufgezählten Mehlthaukrankheiten giebt es noch einige, bei denen bis jetzt der Parasit nur im conidienbildenden Zustand (Oïdium-Form) gefunden worden ist, die Perithecien unbekannt sind. Bis zum Bekanntwerden der letzteren bleibt es unentschieden, ob die folgenden Pilze zu einer der aufgezählten Erysipheen gehören oder besondere Arten sind.

Auf Gewächshauspflanzen.

1. Oïdium Chrysanthemi *Rabenh.* wurde von Rabenhorst[2]) auf den Winter-Chrysanthemums einer Dresdener Handelsgärtnerei (wol Chrysanthemum indicum oder sinense?) im Herbst gefunden, wo fast alle Individuen sowol auf den Blütenknospen, welche verdarben, als auch auf den Blättern befallen waren. — Einen ähnlichen Mehlthau fand A. Braun[3]) auf den Cinerarien im Berliner botanischen Garten. Ein anderer zeigte sich im Leipziger Garten auf Hardenbergia.

Auf Himbeersträuchern.

2. Oïdium Ruborum *Rabenh.* Auf den Blättern der in Gärten cultivirten Himbeersträucher.[4])

Traubenkrankheit.

3. Oïdium Tuckeri *Berk.*, der Pilz der Traubenkrankheit. Der Mehlthau des Weinstockes wurde zuerst 1845 in England von einem Gärtner in Margate, Namens Tucker, entdeckt. Berkeley erkannte 1847, daß es ein Pilz ist. Im Jahre 1848 bemerkte man die Traubenkrankheit in Frankreich zuerst bei Versaille. In den nächsten Jahren verbreitete sie sich weiter und 1851 kannte man sie so ziemlich in allen weinbauenden Ländern Europas: ganz Frankreich, die Schweiz und Deutschland waren inficirt und

[1]) l. c. pag. 270. — Vergl. auch F. v. Thümen, Pilze des Weinstockes, pag. 11.

[2]) Hedwigia I. 1853. Nr. 5.

[3]) Pflanzenkrankheiten durch Pilze, pag. 174.

[4]) Von Rabenhorst (Fungi europaei Nr. 2473), auch von Fuckel (Symb. mycol. pag. 86) beobachtet.

besonders furchtbar hauste sie im gesammten Mittelmeergebiete, in Italien, Kleinasien, Syrien, Algier, und 1852 erschien sie auch auf Madeira. Vielfach zeigte sich der Pilz zuerst in den Treibereien und darnach auch im Freien. Es ist aber kaum zu bezweifeln, daß die Krankheit stellenweise schon weit früher aufgetreten, aber nicht allgemeiner beachtet worden ist; so in gewissen Gegenden Frankreichs und auf Madeira.[1]) Bald nach der Blüte des Weinstockes erscheinen zuerst auf den jüngeren Blättern die sehr dünnen, spinnewebartigen, weißen Mehlthauüberzüge, welche sich rasch vergrößern und auf die Zweige und älteren Blätter übergehen. An diesen Theilen ist oft keine besonders schädliche Wirkung des Pilzes zu bemerken. Wenn dagegen das Oidium auf die jungen Beeren übergeht, so verderben dieselben, meist noch ehe sie die Größe von Erbsen erreicht haben. Es bilden sich auf der Epidermis derselben zuerst braune Flecken, welche späterhin zusammenfließen und das Absterben der Epidermis anzeigen. Letztere vermag dann nicht mehr durch Wachsthum der Ausdehnung des Beerenfleisches zu folgen und berstet; es bilden sich anfangs feine, dann weit klaffende Risse, was Absterben und Fäulniß der Beere zur Folge hat. Nur die Samenkerne bekommen trotzdem anscheinend normale Ausbildung. Beeren, die einseitig vom Parasiten befallen sind, können auch nur einseitig erkranken und verderben und dadurch unregelmäßige Form annehmen. Ueberall, wo die Traubenkrankheit untersucht wurde,[2]) zeigte sich immer derselbe Pilz: ein nur auf der lebenden Epidermis wachsendes, durch die oben (pag. 555) beschriebenen, lappig getheilten Haustorien auf ihr befestigtes Mycelium, mit Conidienträgern, deren jeder meist eine einzige, eiförmige Spore abschnürt (Fig. 99). Die Verbreitung des Pilzes auf der

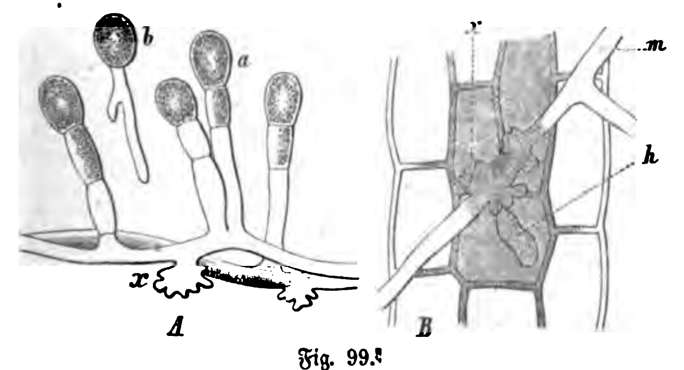


Fig. 99.

Der Pilz der Traubenkrankheit (Oïdium Tuckeri *Berk.*) A Conidienträger, die aus dem Mycelium entspringen und eine einzige Conidie a an ihrer Spitze abschnüren. x die Haustorien. b eine keimende Conidie. 400fach vergrößert. Nach Schacht. B Ein Stück abgezogene Epidermis einer befallenen Weinbeere. m ein Myceliumfaden, in der Mitte ein gelapptes Haustorium x bildend, aus welchem ein Saugröhrchen h in die Epidermiszelle eingedrungen ist. Rings um diese Stelle ist die Epidermis gebräunt. Vergrößerung ebenso. Nach de Bary.

[1]) Vergl. die Angaben bei Hallier, Phytopathologie, pag. 296—297.

[2]) Vergl. v. Mohl, Bot. Zeitg. 1852, pag. 9; 1853, pag. 588; 1854, pag. 137.

Pflanze erfolgt nicht nur durch das wachsende Mycelium, sondern vorzugsweise auch durch die abgelösten und an andere Punkte gewehten Conidien, welche hier sogleich wieder keimen und Mycelium erzeugen. Da bei diesem Pilze keine Perithecien bekannt sind, so überwintern hier vielleicht Myceltheile an den Reben oder die Conidien. Es kommt, besonders in den Ländern südlich der Alpen und westlich des Rheins, auch noch eine andere Fruchtform im Mehlthau des Weinstockes vor, die schon anfänglich für eine fremdartige Pilzbildung betrachtet und Ampelomyces quisqualis *Ces.* oder Cicinnobolus florentinus *Ehrb.* genannt wurde. Später haben Tulasne und v. Mohl sie für eine Fruchtform der Mehlthaupilze, für die Pykniden derselben erklärt, die man auch noch an anderen Arten von Mehlthaupilzen auffand. De Bary (l. c.) hat aber darin einen fremdartigen, in den Erysipheen schmarotzenden Pilz erkannt und ihn Cicinnobolus Cesatii *de By.* genannt. Sein Mycelium wächst in den Mycel- und Fruchthyphen der Erysiphe (Fig. 100) und bildet seine Pyknidenkapsel innerhalb einer sich ausweitenden Conidie, diese vollständig erfüllend. Aus der reifen Pyknide werden die im Innern gebildeten, zahlreichen, kleinen Sporen an der Spitze in rankenförmigen Massen ausgestoßen (Fig. 100 r). Auch in jungen Perithecien von Erysiphe können sich die parasitischen Pykniden bilden. De Bary konnte diesen Parasit des Trauben-Oïdiums auch durch Aussaat seiner Sporen auf den Mehlthau von Galeopsis etc. züchten. Was seinen Einfluß auf das Oïdium anlangt, so ist zwar unleugbar, daß er dasselbe an der Fructification hindert und bei reichlicher Entwickelung fast ganz vernichten kann;[1]) doch möchte es nicht gerathen sein, gar zu sanguinische Hoffnungen auf seine Nützlichkeit zu bauen.

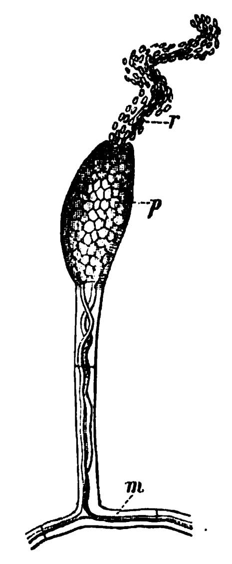


Fig. 100.
Cicinnobolus Cesatii *de By.* Der Parasit im Traubenpilze. m sein Mycelium. p Pyknidenfrucht. r ausgestoßene Sporen. Nach de Bary.

Nach den Perithecien des Traubenpilzes muß noch geforscht werden. Ob sie auf anderen Nährspecies als Vitis vinifera sich entwickeln, und welches diese und welches ihr Vaterland ist, oder ob sie nur unter gewissen Bedingungen auf dem Weinstocke entstehen und unter welchen, sind Fragen, welche die Zukunft beantworten muß. Fuckel[2]) rechnete dieses Oïdium mit zu Sphaerotheca Castagneï. De Bary (l. c.) hat aber gezeigt, daß vor allem die Verschiedenheit des Haustoriums dagegen spricht, in welchem der Traubenpilz eher der auf sehr verschiedenen Pflanzen vorkommenden Erysiphe communis, sowie der Uncinula adunca auf Pappeln ähnelt.

Von den äußeren Einflüssen, welche die Traubenkrankheit begünstigen, und von den Gegenmitteln ist oben (pag 557) schon die Rede gewesen.

---

[1]) Vergl. auch Schulzer von Müggenburg, Oester. botan. Zeitschr. 1875, pag. 298 und F. v. Thümen, l. c. pag. 179.

[2]) Symbolae mycolog. pag. 79.

Hinzuzufügen ist noch, daß gewisse Rebsorten für die Krankheit empfänglicher zu sein scheinen. Als solche werden besonders Malvasier und Muscateller, dagegen Traminer und Rießlinge als widerstandsfähiger bezeichnet. Uebrigens ist nachgewiesen, daß der Pilz nicht blos unseren Weinstock befällt, sondern bei uns auch amerikanische Arten, nämlich Vitis aestivalis, Vitis riparia und Vitis candicans.[1]) Man vergleiche übrigens das über das amerikanische Oïdium bei Uncinula spiralis (pag. 562) Gesagte.

B. Die rußthauartigen Pilze.

Rußthau.

Unter Rußthau versteht man eine Krankheit, die vorzüglich an Holzpflanzen, jedoch auch an Kräutern vorkommt, und sich darin äußert, daß die Oberfläche der lebenden Blätter und wol auch der Zweige mit einem schwarzen, kienrußartigen Ueberzug bedeckt ist, der zwar nicht so fein staubartig ist, um abzufärben, aber sich leicht vollständig von dem Pflanzentheile ablösen läßt, entweder als eine fein krümelige Masse oder als eine dünnhäutige Kruste. Dadurch erweist sich diese Pilzbildung als eine epiphyte. Man darf als einen der wichtigsten Charaktere der Krankheiten, die wir hier unter dem Namen Rußthau zusammenfassen, diese epiphyte Natur des Parasiten hinstellen, zum Unterschiede von anderen Krankheiten, die sich auch in einem Dunkelwerden der Oberfläche oberirdischer Pflanzentheile äußern. Sowol ein großer Theil der Fäden des Myceliums, als auch die verschiedenen auf diesem sich bildenden Fructificationen sind von dunkelbrauner Farbe, und zwar sind die Membranen dieser Theile die Träger der Färbung. Die Fructificationen sind hier zum Theil von höchster Mannigfaltigkeit: theils bloße Gemmenbildungen am Mycelium, theils verschiedenartige Conidienträger, theils Pykniden, theils endlich Perithecien.

Die Rußthaupilze sind noch sehr ungenügend erforscht. Mit Ausnahme des unten bei Fumago Angegebenen ist ihre Entwickelung ganz unbekannt. Aeußerst mangelhaft aber sind wir über die specifische Unterscheidung dieser Pilze unterrichtet, woran namentlich der reiche Polymorphismus derselben und der Umstand, daß die einzelnen Entwickelungsformen fast nie beisammen gefunden werden, Schuld sind. Dazu kommt noch die Leichtigkeit, mit der ein und derselbe Rußthaupilz auf specifisch andere Nährpflanzen übergeht. In der Mycologie ist eine ganze Reihe hierher gehöriger Pilzformen bekannt und benannt; oft hat man nur nach den Nährpflanzen, auf denen dieselben gefunden sind, unterschieden. Nach dem Gesagten dürfen diese Unterscheidungen für die Pathologie nur mit größter Reserve verwendet werden. Wir führen zwar diese verschiedenen Pilzformen und ihr Vorkommen speciell an, dürfen aber vorläufig nur dort zwei unzweifelhaft verschiedene Pilzspecies und somit zwei entschieden differente Krankheiten, von denen nicht die eine die andere erzeugen kann, anerkennen, wo von beiden Pilzen bestimmt verschiedene Sporenformen, besonders Perithecienfrüchte, bekannt sind.

---

[1]) Vergl. F. v. Thümen, l. c. pag. 3.

I. Fumago *Tul.*

Fumago, der eigentliche Rußthau.

Der eigentliche Rußthau, welcher auf zahlreichen Holzpflanzen vorkommt, wird von Pilzen gebildet, die an Vielfältigkeit der Fruchtorgane im ganzen Pilzreiche ihres Gleichen suchen. Wir begegnen daher hier auch einer Fülle von Pilznamen, die man den einzelnen Fruchtformen gegeben hat. Tulasne[1]) hat für einige dieser Organismen die hauptsächlichen Arten der Fruchtformen bezeichnet und nachgewiesen, daß letztere nur Glieder im Entwickelungsgange eines und desselben Pilzes sind. Er stellt für sie die Gattung Fumago auf. Dieselbe ist charakterisirt erstens durch das epiphyte, dunkel gefärbte Mycelium (Fig. 101) und zweitens durch die Beschaffenheit der Perithecien. Letztere sind von meist länglicher Form und stehen auf dem Mycelium aufrecht, öffnen sich an der Spitze und enthalten mehrere achtsporige Schläuche mit braunen, durch mehrere Quer- und Längsscheidewände mehrfächerigen Sporen (Fig. 103 pe). Nun sind aber bis jetzt erst in wenigen Fällen die Perithecien gefunden worden, weitaus am häufigsten tritt der Rußthau nur in den Vorläuferstadien auf. Wären nun diese letzteren überall genau einander gleich, so wäre wenig Bedenken, sie zu Fumago zu rechnen. Allein diese Fruchtarten wechseln in den einzelnen Fällen; eine und dieselbe Art kann fehlen oder vorhanden sein und dann sogar wieder in verschiedenen Formen auftreten. Es sei daher ausdrücklich betont, daß die Zusammenstellung der im Folgenden angeführten Rußthaubildungen unter Fumago nur auf Wahrscheinlichkeitsgründen beruht, als welche uns hauptsächlich die große Aehnlichkeit der Myceliumbildung, die große Uebereinstimmung des Auftretens und des pathologischen Charakters gelten. Es würde also auch irrig sein, aus dieser Zusammenstellung zu folgern, daß es bewiesen sei, daß allen diesen Rußthaubildungen ein und derselbe Pilz zu Grunde liegt, der je nach Umständen jede beliebige der hier aufzuzählenden Formen anzunehmen vermöchte. Solche Prüfungen sind bis jetzt noch gar nicht vorgenommen worden, und wir wissen darüber bis jetzt nichts weiter, als was die unmittelbare Beobachtung beim Auftreten des Rußthaues im Freien lehrt.

Entwickelung und Organe der Rußthaupilze.

Das Mycelium der Fumago-Formen ist streng epiphyt, bildet meist eine dünne, schwarze oder schwarzgraue, zusammenhängende Kruste, die sich mit Leichtigkeit von der Epidermis abheben läßt, und dringt auch nicht einmal mit Haustorien, wie die Mehlthaupilze, in die Epidermiszellen ein. Anfangs besteht es aus farblosen, durch Querscheidewände ziemlich kurz gegliederten und reichlich verzweigten Fäden, die gewöhnlich so nahe beieinander liegen, daß sie sich berühren und zwischen einander greifen, oft zu einer lückenlosen parenchymatösen Schicht aneinander geschlossen sind (Fig. 101 A). Die äußeren Membranschichten dieser Zellen sind oft gallertartig aufgequollen, da-

[1]) Selecta Fungor. Carpologia II. pag. 281.

durch einigermaßen mit einander verklebt und wol auch der Epidermis besser anhaftend. Auf dieser farblosen Schicht treten alsbald verschiedene weitere Bildungen des Myceliums auf, deren Zellen von dunkler Farbe sind und die Schwärzung bedingen. Diese Zellen sind von größerem Durchmesser, enthalten meist einen oder mehrere Fetttropfen und haben ziemlich dicke, mehr oder wenig dunkelbraun gefärbte Membranen. Sie treten an vielen Stellen als Sprossungen aus der farblosen parenchymatösen Schicht hervor. Entweder werden es langgestreckte gleichförmige, septirte Fäden, die unter Verzweigung und oft auch unter gegenseitigen Anastomosen in gerader oder geschlängelter Richtung auf der Unterlage umherwachsen und diesen Charakter beibehalten. Bisweilen treten diese Fäden zu Strängen von bandförmiger Gestalt zusammen, ja sie können sich stellenweise sogar zu kleinen parenchymatischen Zellenflächen vereinigen. Ferner treten verschiedenartige Bildungen auf, die man als Gemmen bezeichnen muß, weil sie sich leicht von der Unterlage ablösen und weil sie den Charakter von Fortpflanzungsorganen haben. Dieses sind erstens die früher in der Mycologie als Torula bezeichneten Bildungen. Sie entstehen, indem die Gliederzellen der Fäden durch nachträgliche Theilung mittelst Querwänden zu ungefähr isodiametrischen Zellen werden, welche bauchig anschwellen; dadurch werden die Fäden torulös, d. h. perlschnurförmig gegliedert, und die Gliederzellen lösen sich wegen ihrer Abrundung leicht von einander. Jedes kugelige Glied kann durch eine nochmalige Querwand zweifächerig werden (Fig. 101 A, t). Diese Torula entsteht sowol durch Umwandlung schon gebräunter Fäden, als auch unmittelbar aus farblosen und zarteren Fäden, indem erst mit oder nach der Anschwellung der Zellen die Bräunung der Membran eintritt. Ueberhaupt sind hinsichtlich der Stärke der Fäden und der Bräunung der Membranen alle Uebergänge vorhanden. Zweitens tritt Gemmen-

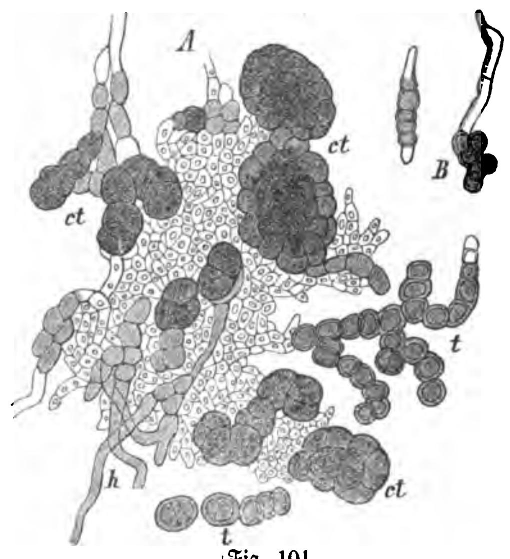


Fig. 101.

Mycelium des Rußthaupilzes von der Oberfläche eines Eichenblattes. A Auf der farblosen parenchymatösen Schicht, die in der Zeichnung nur zum Theil ausgeführt ist, sieht man die verschiedenen anderen Bestandtheile des Myceliums und zwar braungefärbte Fäden (h) und die verschiedenen Formen von Gemmen, nämlich die Ketten von Torula (t) und die Zellenkörper von Coniothecium (ct). 300fach vergrößert. B Gemmen, in eine Zuckerlösung ausgesäet und nach zwei Tagen gekeimt, mit farblosen Keimschläuchen.

bildung in derjenigen Form ein, welche die Mycologen als Coniothecium bezeichnet haben: ein oder mehrere beisammenstehende Gliederzellen schwellen an und theilen sich wiederholt durch Scheidewände, die in verschiedenen Richtungen des Raumes stehen, so daß Zellenkörper entstehen (Fig. 101 A, c,t). Gewöhnlich geht die Theilung durch viele Grade fort, wobei jede Tochterzelle immer erst wieder die Größe der Mutterzelle erreicht, ehe sie sich theilt. So werden wenig- bis vielzellige, mit der Zellenzahl an Umfang zunehmende, unregelmäßig rundliche Ballen gebildet, welche dem Mycelium aufsitzen, bisweilen noch deutlich mit dem Faden, der sie erzeugte, in Verbindung sind, und wegen der tiefen Bräunung der Membranen schwarz und völlig undurchsichtig werden. Zwischen Coniothecium und Torula besteht nach dem Gesagten ebenfalls keine feste Grenze. Beide Formen von Gemmen sind keimfähig; ihre Zellen können Keimschläuche treiben, die wieder zu Myceliumfäden heranwachsen (Fig. 101 B). Zopf[1]) hat auch die einzelnen Gliederzellen der braunen Mycelfäden nach Zerstückelung in gleicher Weise keimfähig gefunden. Oft bleibt die ganze Rußthaubildung auf diesem Zustande stehen. Bisweilen aber erscheinen eigentliche Fruchtorgane, die aus dem Mycelium ihren Ursprung nehmen. Das sind 1. Conidienträger (Fig. 102), häufig von der Form des Cladosporium, d. h. einfache, kurze, bisweilen jedoch auch längere, durch einige Querwände septirte, oft etwas knickig verbogene, vertical auf dem Mycelium aufgerichtete, braune Fäden, die auf der helleren Spitze zuerst am Scheitel, dann auch an einer oder einigen seitlichen, äußerst kleinen Vorsprüngen eine elliptische, anfangs einzellige, später oft zweizellige und sich bräunende Conidie, wol auch mehrere dergleichen kettenförmig verbunden abschnüren, die sehr leicht von dem Träger abfallen. Sie hießen bei den älteren Mycologen Cladosporium Fumago *Link*. Dieselben entspringen entweder unmittelbar aus einer einfachen braunen Mycelhyphe oder aus den Coniotheciumkörpern, sowol aus sehr kleinen, wie aus großen, schwarzen Knollen oder Polstern, deren Oberfläche bisweilen wie bespickt mit Conidienträgern erscheint (vergl. Fig. 102 A). 2. Eine Reihe anderer Conidienträgerformen hat Zopf[2]) bei Cultur des Pilzes auf Fruchtsäften, jedoch auch spontan auf Pflanzen eines Palmenhauses beobachtet, und theilweise sind sie auch früher schon spontan gefunden worden (vergl. unten Rußthau des Kaffeebaumes). Zunächst einfache Fruchthyphen, welche Zweige bilden, die sich dem Hauptfaden anlegen;

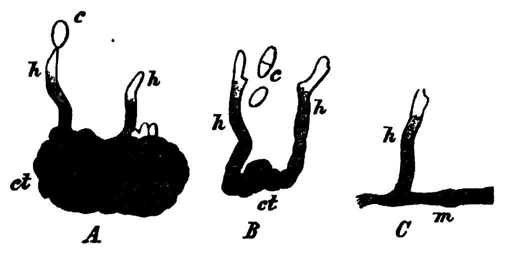


Fig. 102.

Conidienträger (Cladosporium) des Rußthaupilzes, Fruchthyphen h, auf denen die Conidien c abgeschnürt werden, bei A auf einem Coniothecium-Körper ct, bei B auf kleineren, mehr Torula-artigen Gemmen ct, bei C aus einem Myceliumfaden m entspringend. 300fach vergrößert.

[1]) Die Conidienfrüchte von Fumago. Halle 1878, pag. 11.

[2]) l. c. pag. 15 ff.

nach oben wird das Fadenbüschel kurzzellig und schnürt an der Spitze und seitlich, meistens nur einseitig, kleine ellipsoidische Conidien ab, eingehüllt in Gallert, die durch Vergallertung der äußeren Membrantheile der Zweige und Conidien entsteht. Oder Bündel solcher Conidienträger, indem mehrere Stämme vereinigt sind zu einem Stiel, der oben das Köpfchen der Sporen trägt, die ganz ebenso gebildet werden. Endlich Conidienfrüchte, identisch mit den von Tulasne Spermogonien genannten Organen; sie entstehen aus den Bündeln von Conidienträgern, indem die peripherischen Hyphenzweige des Köpfchens sich verlängern zu Hyphen, welche das Köpfchen überwallen und um dasselbe eine bauchige Hülle bilden, die auf ihrer Innenseite ebenfalls Conidien abschnürt und nach oben in einen dünnen, von einem Kanal durchsetzten Hals ausläuft, der eine gefranste Mündung hat; aus letzterer werden die in Gallert gehüllten Conidien entleert (Fig. 103 cf); diese stimmen genau, auch in ihrer Keimfähigkeit, mit den Conidien der vorerwähnten Früchte überein. Diese flaschenförmigen, im Innern sporenbildenden Früchte sind also eine Art Conidienfrüchte und verdienen nicht die Bezeichnung Spermogonien. 3. Pykniden, d. s. ebenfalls geschlossene, mit einer halsförmigen Mündung versehene flaschenförmige Früchte, in welchen längliche, durch mehrere Querwände gefächerte, dunkelgefärbte Sporen gebildet werden (Fig. 103 g u. st). 4. Die ähnlich gestalteten, oben beschriebenen Perithecien (Fig. 103 pe). Auch aus den Sporen aller dieser Früchte kann wieder Rußthau hervorgehen.

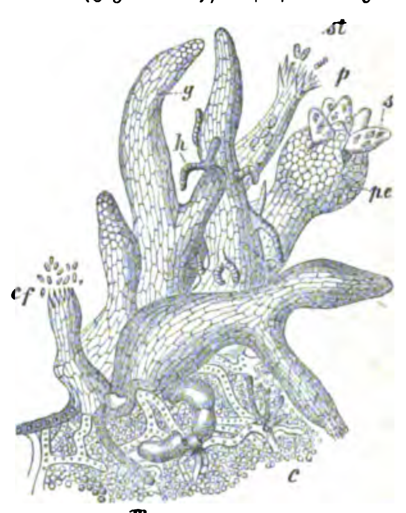


Fig. 103.

Verschiedene Früchte des Rußthaupilzes (Fumago salicina *Tul.*). m Mycelium mit Conidienträgern bei c (wie in Fig. 102). Auf dem Mycelium stehen Conidienfrüchte (cf), Pykniden (g, bei st die Sporen ausstoßend) und Perithecien pe (s die durch Druck absichtlich hervorgequetschten Sporenschläuche mit den mehrzelligen Sporen). Nach Tulasne.

Vorkommen und Lebensweise der Rußthaupilze.

Die Rußthaupilze siedeln sich, wenn sie Laubhölzer befallen, meist auf der oberen Seite der Blätter an und können sich wegen des centrifugalen Wachsthums endlich über die ganze Blattfläche ausbreiten und greifen dann auch mehr oder weniger auf die untere Blattseite über. Der Rußthau zeigt sich bei uns im Freien gewöhnlich erst im Sommer und erreicht gegen den Herbst hin seine höchste Entwickelung. Er ist in allen Gegenden und Lagen verbreitet, doch wird er unverkennbar durch geschützte, der Sonne mehr entzogene und feuchtere Lagen, sowie durch regnerische Witterung begünstigt. Sein Vorkommen in anderen Welttheilen, z. B. in Chile, ist schon von Meyen[1])

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 188.

constatirt worden. Sehr verbreitet ist der Pilz auch in unseren Glashäusern, wo er hauptsächlich die immergrünen Pflanzen befällt. Man hat den Rußthau mit den Blattläusen in Beziehung gebracht, da er sich am leichtesten an den Stellen ansiedelt, welche mit den von diesen Thieren abgesonderten Zuckersecreten bespritzt sind. Meyen (l. c.) ist geradezu der Ansicht, daß der Rußthau nur eine Folge des durch die Blattläuse verursachten Honigthaues sei, und Zopf (l. c.) hat neuerdings dasselbe noch bestimmter behauptet. Diese Meinung ist schon deshalb nicht zutreffend, weil nicht jeder Honigthau von Blattläusen herrührt, sondern bisweilen auch als eine Secretion der Pflanze selbst erscheint. Eine genauere Beobachtung des Vorkommens des Rußthaues auf verschiedenen Pflanzen schränkt die Gültigkeit jener Ansicht noch weiter ein. Die Torula pinophila auf der Tanne bedeckt die ein- und mehrjährigen Zweige ringsum, meist ohne auf die Nadeln überzugreifen. Von hier aus wuchert sie unmittelbar auf die jungen Zweiglein über, die jedes Jahr getrieben werden, begünstigt durch den Haarfilz, welcher dieselben bekleidet, und ist schon Ende des Sommers über dieselben verbreitet. Hier bewohnt der Pilz die Pflanze ständig und wächst alljährlich mit ihr fort, ohne daß Honigthau betheiligt zu sein braucht. Dieselbe Lebensweise führt er aber auch auf den laubwechselnden Gehölzen; auch diese bewohnt er ständig. Schon an den diesjährigen Zweiglein findet man, wenn ihre Blätter Rußthau haben, die Rinde oft mehr oder minder reichlich mit dem Pilze bedeckt, und er läßt sich bis auf ältere Zweige verfolgen; ja er überzieht auch solche Zweige, die gar keinen Rußthau auf den Blättern haben, und ist eigentlich ein überall verbreiteter Pilz, der auf den dunkelen Aesten und Baumstämmen nur wenig sich bemerkbar macht. Auf der rauheren todten Borke alter Aeste und der Baumstämme ist in geschützten, schattigen, feuchten Lagen, fast keine Stelle zu finden, wo der Pilz nicht wäre; und gerade an solchen Orten zeigt sich auch der Rußthau häufig auf den Blättern. Auf den Zweigen findet man ihn gewöhnlich in der Myceliumform mit meist sehr reichlicher Gemmenbildung: die braunen Fäden, die bisweilen auch zu Strängen und Zellflächen verschmelzen, wachsen nicht bloß oberflächlich, sondern dringen auch mit Vorliebe in alle Risse und Lücken des Periderms und unter die sich abschülfernden Korkzellen; die Gemmenbildung zeigt sowol die Torula- als ganz besonders häufig die Coniothecium-Form. Häufig wachsen hier in Gesellschaft dieser Pilze grüne Zellen von Algen (Pleurococcus) oder Flechtengonidien. Ebenso kann von den rußthaubedeckten Blättern des Hopfens der Pilz auf den Stengel und auf die Hopfenstangen gelangen, von letzteren also auch wieder auf die nächsten Culturen übergehen. Von den Baumzweigen gelangen die Gemmen sowie die Sporen wieder leicht auf das neue Laub, wobei die Niederschläge unzweifelhaft eine bedeutende Rolle spielen. Das fast ausschließliche Auftreten des Rußthaues auf der Oberseite der Blätter erklärt sich daraus hinreichend. Auch entsteht er auf den Blättern gewöhnlich zuerst an denjenigen Stellen, die am leichtesten benetzt und auf denen Thau und Regenwasser am längsten festgehalten werden, nämlich in den sanften Vertiefungen, welche die Blattrippen an der Blattoberseite bilden, sowie an der Spitze des Blattes und der Blattzähne. Allerdings begünstigen die durch Honigthau klebrigen Stellen der Blattoberflächen die Ansiedelung des Pilzes in hohem Grade. Auch die natürliche Rauhigkeit der Blätter leistet ihr Vorschub, wie bei den Blättern des Hopfens und der Ulmen. Der Ursprung des blattbewohnenden Rußthaues von den über dem Laube befindlichen Zweigen und

Aesten verräth sich auch darin, daß in demselben oft auch etwas von jenen grünen Algenzellen vorhanden ist, wie ich es z. B. auf Laub von Linden, die als Unterholz im Walde standen, und sogar auf Rohrschilf, welches unter Weiden wuchs, gefunden habe. Auch ist bemerkenswerth, daß Rußthau fast immer nur unter Bäumen auftritt. Ebenso ist der Uebergang des Pilzes von den Blättern der Gehölze auf allerlei unter ihnen befindliche niedrige Pflanzen evident. In den Glashäusern lebt der Pilz ständig auf den immergrünen Blättern und hier wird seine Verbreitung außer durch den Honigthau der Blatt- und Schildläuse vorzugsweise durch das Besprengen der Pflanzen bewirkt.

Einfluß auf die Pflanze.

Einen augenfällig schädlichen Einfluß auf die Gesundheit der Pflanze bringt der Pilz nicht hervor. Mit Rußthau ganz bedeckte Blätter können sehr lange ihre frische, gesunde Beschaffenheit behalten; hebt man den Ueberzug ab, so sieht man darunter das Blatt rein grün. Wenn rußthaubedeckte Blätter kränkeln, ist oft der Verdacht anderer schädlicher Einflüße nicht ausgeschlossen. Die geringere Ausstattung des rein epiphyten und keine Haustorien bildenden Pilzes mit parasitischen Angriffsmitteln läßt wol auch eine geringe Wirkung auf den Wirth erwarten. Und nachdem Meyen[1]) schon die Meinung ausgesprochen, daß dieser Pilz kein eigentlicher Schmarotzer sei, sondern sich aus den Zuckersäften des Honigthaues ernähre, und auch von Fleischmann[2]) bezüglich des Hopfenrußthaues dasselbe behauptet worden ist, hat Zopf[3]) durch die Cultur des Pilzes auf Fruchtsäften die Fähigkeit desselben auch bei nicht parasitischer Ernährung sich zu entwickeln, erwiesen. Das Vorkommen auf abgestorbenen Theilen des Periderms und der Borke u. s. w., sowie der Umstand, daß der Pilz keine Auswahl trifft in den Pflanzen, die er befällt, steht damit im Einklange. Auch wo kein Honigthau im Spiele ist, könnte der auf den Blättern sich sammelnde Staub, Excremente und andere Abfälle von allerlei Thieren dem Pilze ähnliche Nahrungsstoffe bieten. Allein das schließt eine parasitische Ernährung nicht aus, da es in der That Parasiten giebt, die auch einer saprophytischen Ernährung fähig sind. Aber bewiesen ist in dieser Frage nichts, und die Behauptung Zopf's[4]), daß das Fumago-Mycelium einen rein saprophytischen Charakter habe und die bisherige gegentheilige Ansicht, die besonders Tulasne vertrat, unhaltbar sei, könnte man nicht eher aufstellen, bis man versucht hätte, den Pilz auf einer reinen Blattfläche zu erziehen, was bisher nicht geschehen ist. Auch wenn der Parasitismus sich nicht bestätigen sollte, so herrscht doch Uebereinstimmung darüber, daß die kaum durchsichtige Decke von Rußthau dem Blatte das Licht entzieht und es dadurch in seiner

[1]) l. c. pag. 187.
[2]) Landwirthsch. Versuchsstationen 1867, Nr. 5.
[3]) l. c. pag. 13.
[4]) l. c. pag. 14.

Assimilation schwächt. Das endliche Kränkeln solcher Blätter, die sehr lange Zeit von Rußthau bedeckt sind, wie beim Hopfen, wo derselbe oft schon im Juli erscheint, sind vielleicht hiermit in Zusammenhang zu bringen, wie es denn auch nicht bezweifelt werden darf, daß aus eben diesem Grunde der Rußthau eine Beeinträchtigung der Gesammtproduction der Pflanze zur Folge haben kann.

Verhütungsmaßregeln.

Daß sich zur Verhütung des Rußthaues sehr wenig thun läßt, ergiebt sich aus der Allverbreitung des Pilzes und aus der Leichtigkeit, mit der er auf die Blätter übergeht. Vernichtung des rußthaubedeckten abgefallenen Laubes, beim Hopfen der ganzen Ranken, Verwendung neuer, reiner Hopfenstangen, möglichste Beseitigung der Blattläuse, Auswahl freier, der Luft und der Sonne ausgesetzter Lagen möchten die einzigen in unserer Hand liegenden Maßregeln sein.

Wir geben im Folgenden eine Aufzählung der an den verschiedenen Pflanzen beobachteten Rußthaupilze.

Auf Laubhölzern, Hopfen etc.

1. **Fumago salicina** *Tul.* Diesen Pilz hat Tulasne in seinem vollständigen Entwickelungsgange und mit allen oben beschriebenen Formen auf Weiden beobachtet. Er bedeckt allein oder vorzugsweise die Oberseite der Blätter. Am häufigsten erscheint er als Mycelium mit üppiger Bildung von Gemmen, in welcher Form er Torula Fumago *Chev.*, beziehendlich Coniothecium epidermidis *Corda*, und ohne nähere Unterscheidung der Gemmenformen Fumago vagans *Pers.* genannt worden ist. Oft bildet er auch diejenige Conidienform, die den Namen Cladosporium Fumago *Link* führt. Ganz von derselben Beschaffenheit und daher wol auch als der Tulasne'sche Pilz zu betrachten ist der Rußthau des Hopfens, auch schwarzer Brand am Hopfen genannt, der überall häufig am wilden Hopfen vorkommt, auch in den Hopfengärten sehr schädlich sein soll,[1]) ferner der Rußthau auf den Rüstern und der auf der Linde (Fumago Tiliae *Fuckel*), dessen Perithecien Fuckel[2]) im Winter auf den abgefallenen Aestchen gefunden hat, und welcher auf den Blättern in der Mycelium- und Gemmenform wächst (Capnodium Persoonii *Berk et Desm.* und Coniothecium Tiliae *Lasch*); auch fand ich bei diesem mehrmals zugleich eine eigenthümliche Conidienform: auf kurzen, gegliederten, braunen Hyphen eine vielzellige, braune Spore von der regelmäßigen Form eines dreistrahligen Sternes, übereinstimmend mit dem Triposporium elegans *Corda*, welches Corda auf Birkenspänen fand. Ferner der Rußthau auf Eichen (Apiosporium quercicolum *Fuckel*[3]), meist als gemmenbildendes

---

[1]) Daß Fleischmann (l. c.) den Hopfenrußthau mit Pleospora bezeichnet, kann nur auf einer Verwechselung beruhen.

[2]) Symb. mycolog. pag. 143.

[3]) Obgleich Fuckel für die Rußthaupilze die Gattung Fumago angenommen, stellte er doch eine ganze Anzahl derselben in eine von ihm gebildete Gattung Apiosporium aus dem Grunde, weil er bei ihnen ganz andere Perithecien gefunden zu haben glaubt, über deren Bau er sich aber selbst unklar ist, und die alle nur einen einzigen, aber vielsporigen, sehr vergänglichen Ascus enthalten sollen mit sehr kleinen, farblosen Sporen. Es ist aber kaum zweifelhaft, daß er sich über den Ascus getäuscht hat und daß diese Kapseln nichts anderes als

Mycelium (Fumago quercinum *Pers.*, Capnodium quercinum *Berk et Desm.*), auf Zitterpappeln (Apiosporium tremulicolum *Fuckel*, Capnodium elongatum *Berk et Desm.*), auf Ahorn (Capnodium expansum *Berk et Desm.*), auf Cornus sanguinea (Capnodium Corni *Awd.*), auf Rhamnus (Capnodium rhamnicolum *Rabenh.*), auf Rosen (Capnodium Persoonii *Berk et Desm.*), an lebenden Zweigen von Lonicera Xylosteum (Fumago Lonicerae *Fuckel*) und auf den Blättern von Lonicera tatarica (Coniothecium phyllophilum *Rabenh.*). Ferner dürfte hierher gehören derjenige Rußthau, welcher gefunden worden ist auf dem Weinstock, auf den Johannisbeersträuchern, auf Apfelbäumen, Schneeball. Uebergänge des Rußthaues auf darunterstehende andere Nährpflanzen sind oft beobachtet worden, von Meyen ein solcher vom Schneeball auf Buchsbaum, von mir von Linden auf Heidelbeeren, von Rüstern und Hopfen zugleich auf Ahorn, Ampelopsis, Aesculus, Cornus und Bryonia. Wenigstens sehr nahe mit Fumago salicina verwandt sind die Formen die Cattaneo auf Camelien (Fumago Cameliae *Cattan.*) und auf Maulbeerbäumen (Fumago Mori *Cattan.*) gefunden hat. Ein Rußthau auf Farnen (Antennaria semiovata *Berk. et Br.*) soll nach Tulasne von Fumago salicina nicht verschieden sein.

Auf Orangenbäumen.

2. Der Rußthau der Orangenbäume, bei Palermo Aschenkrankheit (mal di cenere) genannt, befällt daselbst alle Orangenarten (Citrus limonum, C. aurantium, C. deliciosa und C. bigurādia), die Blätter mit einem aschgrauen, später schwärzlichen Ueberzug bedeckend. Der Pilz ist schon seit Anfang dieses Jahrhunderts, überhaupt in Südeuropa, bekannt (Fumago citri *Pers.*), später als Capnodium citri *Berk et Desm.* bezeichnet. Der neuerdings bei Palermo gefundene soll nach Briosi und Passerini[1]) ein neuer Pilz Apiosporium citri sein, mit starken, braunen, septirten, unter einander verwebten Mycelfäden und torulösen Gemmen, sowie mit fast kugligen, um die Mündung mit steifen Borsten besetzten Pykniden und mit Perithecien mit vielleicht noch nicht vollständig bekannter Sporenform. An einem früher in den Rabenhorst'schen Centurien ausgegebenen in Mentone bei Nizza gesammelten, als Capnodium citri bestimmten Pilze, finde ich aber alles übereinstimmend mit jenem, auch die mit Borstenkranz versehenen Pykniden; Perithecien fand ich nicht. Ich zweifle daher, daß Briosi einen neuen Pilz vor sich gehabt hat. Eine ganz ähnliche Form des Rußthaupilzes auf Oelbaum sowie auf Nerium, beide ebenfalls von Mentone, sind in Rabenhorst's Centurien vertheilt worden. Auch sollen nach Farlow[2]) 1875 in Californien die Orangen- und Olivenbäume von demselben Pilze befallen worden sein, was zur Folge hatte, daß die Bäume keine Früchte ansetzen. Eine ähnliche Form fand ich auf Lorbeerblättern in der Handelswaare.

Auf dem Kaffeebaum.

3. Der Rußthau des Kaffeebaumes auf Ceylon, welcher Syncladium Nietneri *Rabenh.*[3]) genannt worden ist, stimmt nach der Beschreibung des

---

spermogonien- oder pyknidenartige Früchte, also Entwickelungsstadien von Fumago sind. Andere Pilze stellt er überhaupt ohne jeden Grund zu Apiosporium, nämlich diejenigen, von denen er keine Perithecien gefunden hat. Es ist also mit dieser überflüssigen Gattung leider der Namenwust für die Rußthaupilze noch vermehrt worden.

[1]) Hedwigia 1878, pag. 14 und Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 147.

[2]) Citirt in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 177.

[3]) Hedwigia 1859, Nr. 3.

Mycels mit gewöhnlicher Fumago und hinsichtlich der zu mehreren zusammengewachsenen, aufrechten Fruchthyphen, die an der Spitze Conidien abschnüren, mit den oben beschriebenen Conidienträgerbündeln überein. Auf Coffea arabica in unseren Glashäusern finde ich den Rußthau dem der anderen Glashauspflanzen gleich; bis zur Entwickelung von Conidienträgerbündeln war der Pilz nicht gelangt.

Von diesem Rußthau vielleicht verschieden ist die erst in neuerer Zeit auf dem Continent von Ostindien aufgetretene Kaffeekrankheit, welche dort „Kole roga" (schwarzer Schimmel) genannt wird. Die Blätter werden auf der Unterseite in unregelmäßigen Flecken oder über die ganze Fläche mit weißlichgrauem Filz überzogen, der aus einem dichten Gewirr ästiger und septirter Myceliumfäden besteht und sich abziehen läßt. Dazwischen liegen kugelige, einzellige, farblose, stachelige Sporen ohne Spur einer Anheftung. Cooke[1]), dem wir diese Mittheilungen verdanken, nennt den Pilz, dessen systematische Stellung vorläufig unentschieden ist, Pellicularia Koleroga *Cooke*. Derselbe räth, da es sich um einen epiphyten Schmarotzer handelt, das Schwefeln als Gegenmittel.

Auf Alpenrosen.

4. Der Rußthau der Alpenrosen, abweichend durch sein Auftreten auf der Unterseite der Blätter und auf den Zweigen von Rhododendron ferrugineum, in den Alpen verbreitet, vorzüglich torulöse Gemmenketten bildend (Torula Rhododendri *Kze.*). Fuckel fand an den Zweigen Früchte, die er wahrscheinlich mit Unrecht für Perithecien (Apiosporium Rhododendri *Fuckel*) hielt. Der Pilz scheint der Pflanze nicht schädlich zu sein.

Auf Plantago.

5. Der Rußthau von Plantago, besonders auf Plantago media, ausgezeichnet durch sein Vorkommen auf der Unterseite der Wurzelblätter, die an diesen Stellen sich allmählich gelb färben. Er stellt einen sammetartig schwarzen Ueberzug dar und ist nur im torulabildenden Zustande (Torula Plantaginis *Corda*, Apiosporium Plantaginis *Fuckel*) bekannt. Eine ähnliche Form, ebenfalls nur als Torula, fand Fuckel auf allen grünen Theilen von Erythraea Centaurium (Apiosporium Centaurii *Fuckel*).

Auf Pistacien.

6. Der Rußthau der Pistacien, an der Unterseite der Blätter truppweise stehende, kleine, kugelige, tiefschwarze, harte Pykniden mit lanzettlich-linealischen, geraden, einzelligen, farblosen Sporen. Auf Pistacia Lentiscus bei Kephyssos in Griechenland, nach F. v. Thümen[2]).

Auf der Tanne.

7. Der Rußthau der Tanne (Torula pinophila *Chev.*, Antennaria pinophila *Nees ab Es.*), in dicken, schwarzen, krümeligen Krusten die Zweige überziehend, meistens die Nadeln freilassend, in unseren Gebirgsgegenden überall verbreitet. Der Pilz wuchert zwischen der Haarbekleidung der Zweige, die Haare selbst umspinnend, sehr reichlich dunkelbraune Torulaketten bildend, von denen manche die doppelte und dreifache Stärke annehmen, oft sich wiederholt dichotom verzweigen in abstehende, conisch zugespitzte Aeste und dadurch geweihähnliche Form bekommen, außerdem Coniothecium bildend, welches schwarze Polster darstellt, auf denen später bisweilen Pykniden und Perithecien sich entwickeln, die die größte Aehnlichkeit mit den von Tulasne beschriebenen Fumago-Früchten haben. Bisweilen geht der Pilz auf die Nadeln über und erscheint hier wie der gewöhnliche Rußthau der Laubhölzer. Ich sah ihn auch von der Tanne auf daruntersteheude Blätter von Rothbuchen übergehen.

---

[1]) Referat in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 126.

[2]) Bot. Zeitg. 1871, pag. 27.

Ferner ist derselbe auf Calluna vulgaris, desgleichen auf exotischen Ericaceen, wie Erica arborea und auf capischen Eriken beobachtet worden. Die von Fuckel gefundenen angeblichen Perithecien, in Bezug auf welche Derselbe den Pilz Apiosporium pinophilum genannt hat,[1]) sind noch zweifelhafte Gebilde. In den Glashäusern werden auch Coniferen, z. B. Cupressus, vom Rußthau befallen, der mit dem überhaupt in den Glashäusern verbreiteten übereinstimmt.

7. Torula Epilobii *Corda* fand Schlechtendal[2]) auf den Blattflächen und Stengeln von Epilobium montanum so stark verbreitet, daß die Pflanzen am Blühen behindert wurden oder ganz abstarben.

Auf Epilobium.

8. Auf den Zweigen von Hippophaë rhamnoides sah Schlechtendal (l. c.) in großer Menge eine Torula, deren Auftreten mit einem krankhaften Zustande des ganzen Strauches zusammenhing.

Auf Hippophaë.

9. Ein Rußthau auf Ligustrum vulgare, von Saccardo bei Treviso gefunden und Apiosporium pulchrum genannt,[3]) scheint mir nichts als Fumago-Mycelium mit eigenthümlichem, vorwiegend vierzelligem Coniothecium zu sein, während ich die in Masse vorhandenen, eigenthümlichen, gekrümmt spindelförmigen, farblosen, mehrzelligen Sporen für Organe eines Schmarotzers des Fumago halte.

Auf Ligustrum.

II. Hirudinaria *Sacc.* und Gyroceras *Mont.*

Als eigener Pilztypus müssen die mit vorstehendem Namen belegten eigenthümlichen Conidienpilze betrachtet werden, welche vorzüglich in Italien zur Herbstzeit als ein Rußthau von tiefschwarzer, fein staubiger, daher fast abfärbender Beschaffenheit vorwiegend auf der Unterseite lebender Blätter gefunden worden sind. Ihr Mycelium bildet isolirte, feine, farblose oder bräunliche, auf der Epidermis kriechende Fäden, auf denen in Menge die seltsam gestalteten Conidien abgeschnürt und angehäuft werden.

Hirudinaria und Gyroceras.

Bei einer Form, die Saccardo[4]) auf der Blattunterseite von Quercus pedunculata gefunden und Sporidesmium helicosporum genannt hat, sind die Conidien aus stumpfer Basis spindelförmig, braun, mit zahlreichen Querwänden und nach oben in einen langen, rankenförmig gekrümmten, farblosen Faden verdünnt. Bei anderen Formen[5]) besteht jede Spore aus zwei solchen Körpern, die aber nur kurze, farblose Spitzen haben und am stumpfen Ende verbunden sind, aber so, daß sie mit einander einen oft spitzen Winkel bilden und daher schwalbenschwanz- oder hufeisenförmig erscheinen; sie entstehen, indem die Mutter- und Basalzelle der Sporen nach zwei Seiten auswächst. Sie kommen auf Crataegus Oxyacantha (Hirudinaria Oxyacanthae *Sacc.*, Torula Hippocrepis *Sacc.*, Hippocrepidium Oxyacanthae *Sacc.*) und Mespilus germanica (Hirudinaria Mespili *Ces.*, Hippocrepidium Mespili *Sacc.*) vor. Endlich ist hier noch zu nennen Gyroceras Celtis *Mont.* auf der Unterseite der Blätter von Celtis australis. Die ebenfalls frei auf der Oberfläche wachsenden Fäden des Myceliums tragen auf vielen kurzen Seitenzweiglein

Auf Quercus, Crataegus, Mespilus, Celtis in Italien.

[1]) l. c. pag. 87.
[2]) Bot. Zeitg. 1852, pag. 618.
[3]) Vergl. Flora 1876, pag. 205.
[4]) Rabenhorst, Fungi europaei, Nr. 2272.
[5]) Vergl. Flora 1876, pag. 206.

je eine sehr große, horn- oder sichelförmig gekrümmte, braunschwarze Spore, welche aus einer Reihe kurzer Gliederzellen besteht.

III. Der Rußthau oder die Bräune der Eriken

Rußthau der Eriken.

befällt im Winter die in den Gewächshäusern cultivirten Eriken, und zwar, wie es scheint, alle Arten derselben. Ueber diese Krankheit hat de Bary[1]) folgendes mitgetheilt.

Die Pflanzen werden welk, die jungen Blätter bekommen gelbe oder rothe Flecken oder werden ganz gelb, die älteren vertrocknen bald, nehmen schmutzigbraune Farbe an und fallen früh und leicht ab, worauf die Pflanzen gewöhnlich eingehen. Der Pilz, Stemphylium ericoctonum *A. Br. et de By.*, ist dem bloßen Auge kaum bemerkbar. Das Mycelium besteht aus sehr feinen, verzweigten Fäden, welche anfangs farb- und scheidewandlos, später braungelb und mit spärlichen Scheidewänden versehen sind. Sie umspinnen die befallenen Theile, indem sie auf deren Oberfläche hinkriechen, auch zwischen den Borsten der Blätter auf- und niedersteigen. An dem Mycelium kommen verschiedene Arten Conidien zur Entwickelung. In der Periode, wo die Fäden noch farblos sind, werden farblose, längliche, ein oder zweizellige Conidien einzeln oder in Büscheln abgeschnürt auf der Spitze ganz kurzer oder etwas verlängerter, aufrecht abstehender Zweige der Fäden. Wenn das Mycelium braungelb geworden und massiger entwickelt ist, entsteht auf ganz kurzen, seitlichen Zweigen der Fäden je eine große, ovale, braune Spore, welche durch Quer- und Längsscheidewände vielzellig ist und sehr leicht sich ablöst. Alle diese Sporen keimen sehr leicht unter Bildung von Keimschläuchen, deren die vielzelligen Sporen aus mehreren ihrer Zellen je einen treiben können. Daß der Pilz die Ursache der Krankheit ist, geht daraus hervor, daß er auf allen kranken Theilen vorhanden ist und sein Auftreten bereits an den anscheinend noch gesunden Pflanzen beginnt. De Bary vermuthet, daß er auf den älteren Theilen der Eriken stets mehr oder weniger vegetirt und nur in manchen Jahren, besonders durch feuchte Atmosphäre begünstigt, überhand nimmt und dadurch verderblich wird.

C. Endophyte Parasiten mit Conidienträgern.

I. Die Pleospora-artigen Pilze und die durch sie verursachte Schwärze.

Charakter von Pleospora.

Die Gattung Pleospora ist mit Fumago wegen der Aehnlichkeit der Perithecien, wegen der ähnlichen Polymorphie der Fructificationsorgane am nächsten verwandt. Auch die schwarze Färbung, die diese Pilze auf den Pflanzen hervorbringen, haben sie mit jenen gemein. Aber ihr Mycelium dringt in's Innere der Pflanzentheile ein, wenngleich es oft vorwiegend in der Nähe der Oberfläche sich entwickelt; es bildet daher auch keinen ablösbaren Ueberzug, sondern die Schwärzung inhärirt der Pflanzen-

[1]) Bei A. Braun, Ueber einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten, in Verhandl. d. Ver. zur Beförd. d. Gartenb. in d. kgl. preuß. Staaten. 1853, pag. 178.

substanz, und der Pilz bricht oft deutlich aus dem Inneren durch die Epidermis hervor.

Entwickelung und Organe der Pleospora-artigen Pilze.

Auch bei diesen Pilzen haben wir es gewöhnlich mit der conidienbildenden Form zu thun, von manchen ist nur diese bis jetzt bekannt. Sie stellt braune oder schwärzliche, gewöhnlich unverzweigte Fruchthyphen dar, die am Scheitel ähnlich gefärbte Sporen abschnüren. Diese Conidienträger heißen in der Mykologie **Cladosporium**, wenn sie an einem oder einigen Punkten an der Spitze kugelige bis ellipsoidische, ein- oder wenigzellige Sporen (Fig. 104), bisweilen kettenförmig hinter einander abschnüren, **Sporidesmium** (wol auch **Helminthosporium**), wenn sie große, spindel- oder verkehrt keulenförmige, durch viele Quer- und oft auch durch Längsscheidewände septirte Sporen tragen (Fig. 105), die bisweilen auch kettenförmig über einander stehen (die Form **Alternaria**), und endlich **Macrosporium**, wenn die Spore ein durch Scheidewände von verschiedenen Richtungen vielzelliger Körper ist. Die beiden erstgenannten Formen sind auf Vegetabilien die häufigsten, sie kommen einzeln für sich oder zusammen vor. Die Spermogonien oder richtiger Pykniden erscheinen ebenso wie die Perithecien, wenn sie überhaupt zur Entwickelung kommen, meist nach dem Conidienzustande. Aber während der letztere am häufigsten an Blättern auftritt, können diese beiden Früchte an so rasch vergänglichen und wenig Nahrung bietenden, dünnen Theilen sich nicht entwickeln. Der Pilz bildet daher diese Organe nur an dickeren Stengeln u. dergl. und meist erst zur Herbst- oder Winterszeit. Diese Früchte sitzen ebenfalls nicht der Oberfläche auf, sondern sind in die Pflanzensubstanz eingesenkt, entweder soweit, daß nur ihr Scheitel hervorragt, oder wenigstens mit ihrer Basis. Die Pykniden stellen die **Phoma** genannten, meist in großer Zahl auftretenden, kleinen, schwarzen, runden, am Scheitel mit porenförmiger Mündung versehenen Kapseln dar. Die Perithecien sind sitzende, rundliche, mit dicker, krustiger, brauner Wand und am Scheitel mit Porus versehene Kapseln, in denen die Schläuche mit Paraphysen zusammen sich befinden. Jeder Schlauch enthält 8 durch Quer- und Längsscheidewände mauerförmig gefächerte, also vielzellige, gelbbraune Sporen.

Die Keimfähigkeit aller dieser Sporenarten ist constatirt. Ueber die Producte, die jede derselben auf der Nährpflanze liefert, fehlt es noch beinahe gänzlich an Untersuchungen. Bauke[1]) hat bei Aussaaten von **Pleospora herbarum** in künstliche Nährlösung aus Conidien, wenigstens aus **Sporidesmium**, immer wieder dieses letztere, aus den Stylosporen der Pykniden immer nur Pykniden, aus den Ascosporen der Perithecien aber sowol Conidien als auch Pykniden oder Perithecien, und zwar immer nur eine von beiden Früchten hervorgehen sehen, so daß er dieselben als Wechselgenerationen, von denen eine die andere vertritt, betrachtet. Man muß sich hüten, dies ohne weiteres auf das Leben des Pilzes auf pflanzlichem Substrate zu übertragen, was bei einem Pilze, der in so hohem Grade vom Substrate abhängig ist, unberechtigt wäre. Denn abgesehen von der Verschiedenheit der einzelnen Arten von **Pleospora** entwickeln sich diese Pilze je nach der Art des Pflanzentheiles sehr verschieden; auf manchen findet man nur ihre Conidienträger, auf anderen nur Pykniden oder Perithecien. In dieser Beziehung das Verhalten derselben zu prüfen hat noch niemand versucht.

---

[1]) Bot. Zeitg. 1877, pag. 321 ff.

Wir stellen im nachfolgenden diejenigen Krankheiten zusammen, welche unter den Begriff der Schwärze in seiner hier gegebenen Begrenzung fallen.

Die Schwärze, durch Cladosporium herbarum verursacht.

1. Cladosporium herbarum *Link*. Dieser Pilz ist einer der gemeinsten auf kürzlich abgestorbenen Theilen kraut- und grasartiger Pflanzen, vorzüglich auf dem frischen Stroh allerhand Feld- und Gartenfrüchte; aber er kann auch auf noch lebende Pflanzentheile übergehen und diesen schädlich werden. Seine zarten, graubraunen bis grünlichschwarzen, kleineren oder größeren, isolirten oder zusammenfließenden Flecken schwärzen einzelne Stellen einer Pflanze oder ganze Pflanzentheile. Man hat deshalb auch diesen Pilz Rußthau genannt. Da er aber durch die oben angegebenen Merkmale sehr bestimmt von denjenigen Pilzen, die wir unter jenem Namen aufgeführt haben, verschieden ist, so möchte die Bezeichnung Schwärze, die meines Wissens Sorauer[1]) zuerst für diesen Pilz gebraucht hat, sich empfehlen. Der von Kühn[2]) mit genannte Namen Rauchbrand dürfte, da er an ganz andere Pilze erinnert, lieber vermieden werden. Das Mycelium besteht aus verhältnißmäßig dicken, kräftigen, mehr oder weniger braunen, theilweise auch farblosen Fäden, die durch zahlreiche Querwände septirt und reichlich verzweigt sind und der Unterlage äußerst dicht und fest angeschmiegt wachsen, in jede Vertiefung derselben sich einsenken und vielfach auch wirklich in die feste Masse der Zellmembranen sich eingraben, Epidermiszellen und selbst tiefer liegende Zellen durchwachsend, doch vorwiegend in Richtungen parallel der Oberfläche. Die endophyten Fäden sind gewöhnlich farblos. An den oberflächlich wachsenden Hyphen entwickeln sich als Zweige derselben die Conidienträger: einzeln oder in Büscheln stehende, senkrecht von der Oberfläche sich erhebende, etwa 0,03—0,05 Mm. lange, einfache, braune Fäden von oft etwas knickiger oder knorriger Form, meist mit einer oder wenigen Scheidewänden und oben mit einigen kleinen Vorsprüngen (Fig. 104). An letzteren entstehen die Sporen durch Abschnürung, oft zu mehreren kettenförmig; sie fallen äußerst leicht ab und sind rundlich bis ellipsoidisch, einzellig oder mit ein bis drei Querscheidewänden, blaßbraun, 0,005—0,018 Mm. lang. Dieselben sind sofort keimfähig und bilden leicht wieder Mycelium und Conidien.

Saprophytes und parasitisches Verhalten des Pilzes.

Der Pilz ist bisher als Parasit nicht anerkannt worden. So hat ihn besonders Kühn[2]) bei der Schwärze des Roggens für einen Saprophyten erklärt, der sich nur auf abgestorbenen Geweben ansiedelt. Für die meisten Fälle ist dieses letztere Verhältniß in der That zutreffend. Das Getreide, nicht blos Roggen, sondern alle Halmfrüchte, wie überhaupt wol jede Graminee, wird sehr häufig von der Schwärze befallen, und zwar sowol die Halme und Blätter, als auch die Aehren, nämlich die Spelzen und sogar die Körner. Das kann in jeder Entwickelungsperiode des Getreides geschehen. Die befallenen Theile sind abgestorben, und, wenn man von dem schwarzen Ueberzug absieht, verblichen oder gebräunt und trocken. Vielfach läßt sich constatiren, daß dem Befallen der Tod des Pflanzentheiles aus irgend einem anderen Grunde vorhergegangen ist, in anderen zweifelhafteren Fällen ist wenigstens der Verdacht eines anderweiten schädlichen Einflusses nicht zu beseitigen. Vielen Krankheiten, wie dem Verscheinen der Saaten, den Beschädigungen,

---

[1]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 344.

[2]) Fühling's landw. Zeitg. 1876, pag. 734.

die der Frost angerichtet hat, den Zerstörungen durch Rost, dem zeitigen Vertrocknen der Aehren bei unterbliebener Befruchtung und den Verderbnissen, die von schädlichen Insekten herrühren, folgt gern Schwärze nach. Ein von mir beobachteter Fall setzt es aber außer Zweifel, daß das Cladosporium auch parasitisch auftreten und schädlich werden kann. Auf niedrig gelegenen Roggenfeldern bei Leipzig war schon kurz nach der Blüte, Mitte Juni, ein Gelbwerden der Blätter fast an allen Pflanzen eingetreten. Meist war schon das oberste Blatt unter der Aehre ergriffen, die unteren bereits stärker entfärbt. Fast immer begann das Gelbwerden am Grunde der Blattfläche auf deren Oberseite und verbreitete sich von hier aus allmählich weiter aufwärts. Auf der Mitte der eben entstandenen gelben Flecken befand sich eine geringe Menge einer mehlartigen, grauen Masse, welche aus Pollenkörner des Roggens bestand, die sich hier auf der Oberseite der Blattbasis leicht ansammeln können. Stets befanden sich darin Sporen und Myceltheile von Cladosporium, und der Pilz kam hier zu weiterer Entwickelung. Seine braunen Fäden zogen sich über die Epidermis des Blattes hin, trieben bald an verschiedenen Stellen

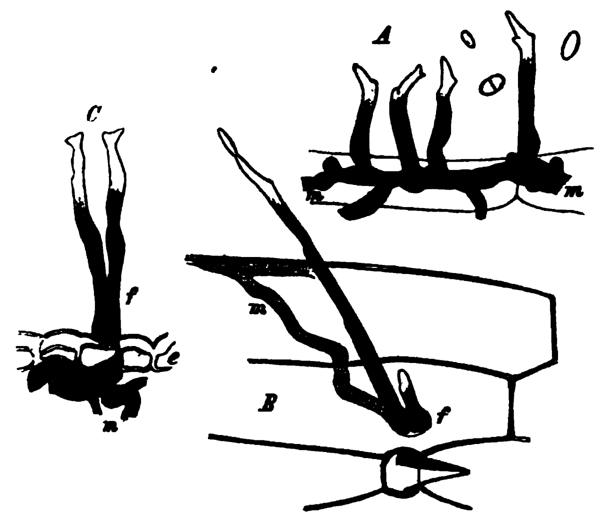


Fig. 104.

Die Schwärze des Getreides, Cladosporium herbarum *Link*. A und B auf noch lebenden Roggenblättern. A ein auf der Epidermis hinwachsender Mycelfaden m m, von welchem mehrere aufrechte Conidienträger sich abzweigen, nebst einigen abgefallenen Sporen. B unterhalb der Epidermiszellen wachsender, farbloser Mycelfaden m, welcher bei f eine Epidermiszelle querdurchbohrend nach außen tritt, um sogleich mehrere Conidienträger zu bilden. C Querdurchschnitt durch ein Stück von der Schwärze stark befallenen und abgestorbenen Haferblattes. e Epidermis, m die unter derselben entwickelte, gebräunte dichtere Myceliumschicht, von welcher man einen Faden die Epidermis durchbohrend nach außen wachsen und die Beschaffenheit von Conidienträgern f annehmen sieht. 300fach vergrößert.

neue Conidienträger und drangen auch in die Epidermis ein. Die Fäden waren dann unterhalb der letzteren deutlich nachzuweisen und von hier aus drangen sie an manchen Stellen wieder an die Oberfläche, oft so, daß sie die Epidermis bald durch eine Spaltöffnung, bald mitten durch eine Epidermiszelle, bald an der Grenze zwischen zwei solchen durchbohrten, oft um auswendig sofort unter Bräunung ihrer Membran sich vertical als Conidienträger aufzurichten (Fig. 104 B). Außerhalb der kranken Stellen war die Epidermis rein. Die zunehmende Entwickelung der Conidienträger hatte auf den schon länger erkrankten Stellen endlich Bildung der charakteristischen schwarzbraunen Flecken der Schwärze zur Folge; und diese Stellen dürften wieder Ausgangspunkte für die weitere Verbreitung des Pilzes auch nach anderen Blättern gewesen sein. In den erkrankten Stellen enthielten die Mesophyllzellen keine Chlorophyllkörner mehr, sondern in wässerigem Safte gelbe ölartige Körper. Sehr bald wurden die vergelbten Stellen hellbraun und trocken. Man greift wol nicht fehl, wenn man annimmt, daß durch die Pollenmassen die Ansiedelung des Cladosporium begünstigt, oder sogar der Pilz übertragen worden ist. Denn man findet sehr oft nach der Blüte des Getreides die in den Aehren verbliebenen Reste der Staubbeutel von diesem Pilze bedeckt, oft unter deutlicher Schwärzung. Von Caspary sind in Rabenhorst's Herbarium mycologicum II. Nr. 332 Gerstenblätter vertheilt worden, die zur Blütezeit braune Flecken bekommen hatten, auf denen ein dem beschriebenen ganz ähnlicher Pilz sich findet; er ist dort Helminthosporium gramineum *Rabenh.* genannt, doch eigentlich nur eine kräftige Cladosporium-Form. Es handelt sich hier offenbar um einen dem von mir beobachteten ganz ähnlichen Fall. Wenn auf Getreideblättern die Schwärze stark entwickelt ist, so brechen Büschel von Conidienträgern und auch einzelne durch die Epidermis hervor. Unter der letzteren bildet dann das Mycelium oft streckenweise dichte Lager aus verflochtenen Hyphen, welche sich ebenfalls bräunen und oft das Zellgewebe daselbst verdrängen (Fig. 104 C).

Ob Cladosporium herbarum auch auf anderen von ihm bewohnten Pflanzenarten als Parasit sich verhalten kann, ist noch genauer zu untersuchen. Nach Sorauer[1]) soll die Schwärze bei Erbsen, auf deren Stroh und reifen gelben Hülsen der Pilz sehr gemein ist, in feuchten Jahren auch an reifenden Hülsen, namentlich bei gelagerten Pflanzen auftreten und einen Ausfall in der Ernte verursachen. Aehnliches berichtet er von Mohnköpfen.

Rußthau der Hyacinthenzwiebeln.

2. Als Schwärze muß auch der Pilz bezeichnet werden, den Sorauer[2]) Rußthau der Hyacinthenzwiebeln genannt hat, denn er stellt einen fest auf den Zwiebelschuppen sitzenden Ueberzug dar, seine Myceliumfäden dringen auch ins innere Gewebe der Schuppen ein, und auf der Oberfläche derselben bilden sie zahlreiche Conidienträger in der Form von Cladosporium. An den älteren faulwerdenden Zwiebeln entstehen unter der Epidermis eingesenkte, später etwas hervortretende Spermogonien, Pykniden und, wiewol seltener, Perithecien. Sorauer nennt darnach den Pilz Pleospora Hyancinthi. Auch diese Schwärze theilt mit anderen die Eigenthümlichkeit, daß sie vorzugsweise auf schon abgestorbenen Theilen, nämlich auf den im Vertrocknen begriffenen äußeren Schuppen solcher Zwiebeln auftritt, welche durch andere Krankheiten

---

[1]) l. c. pag. 348.

[2]) Untersuchungen über die Ringelkrankheit und den Rußthau der Hyacinthen. Berlin und Leipzig 1878.

verdorben sind, und zeigt sich dann sowol, wenn die Zwiebeln in der Erde, als auch wenn sie auf den Stellagen der Zwiebellager sich befinden. Sorauer hat auch das Eindringen der Keimschläuche in lebende Zwiebelschalen beobachtet. Doch ist aus seinen Mittheilungen nicht bestimmt zu erkennen, in welchem Grade der Pilz für sich allein auf gesunden Zwiebeln einzuwirken vermag.

Ueber eine ähnliche, von Cladosporium begleitete Schwärze an den Tazetten hat Massink[1]) berichtet.

Reiskrankheit.

3. Am nächsten mit der Schwärze verwandt ist vielleicht auch die Reiskrankheit, die schon seit alter Zeit in den Reisfeldern Oberitaliens bekannt und Reisbrand (Brusone oder Carolo del riso) genannt worden ist. Die Blätter und Blattscheiden vertrocknen, werden mattroth, die Stengelknoten sind schwärzlich, eingeschrumpft, oft zerrissen, die Aehrchen mißfarbig, leer und fallen bei der geringsten Berührung ab. Nach Garovaglio[2]) soll ein Pilz die Ursache sein, den er Pleospora Oryzae nennt. Das Mycelium findet sich im Gewebe der befallenen Theile und erzeugt an der Oberfläche schwärzliche Flecken, die aus den truppweise beisammenstehenden Spermogonien, Pykniden und Perithecien bestehen. Ob der Pilz die Ursache ist, ist nicht ermittelt. Dasselbe ist von einer von Passerini[3]) in Oberitalien beobachteten Krankheit des Mais zu sagen, bei welcher die Blätter gelbfleckig werden und vorzeitig verwelken, und wobei ein Helminthosporium turcicum *Pass.* genannter Pilz, sowie Epicoccum neglectum *Desm.* (ein gewöhnlicher Saprophyt auf Maisstroh) erschienen.

Cladosporium an Tragopogon.

4. Ein als Fusicladium praecox *Niessl* bezeichneter Pilz auf lebenden Blättern von Tragopogon orientalis ist eigentlich nur eine Cladosporium-Form, welche aus der Epidermis hervorbricht, in kleinen zerstreuten Büscheln kurzer, einfacher, oben höckeriger, brauner Fäden, auf deren Spitze ellipsoidische, blaßbraune, ein- oder zweizellige Sporen abgeschnürt werden.

Rapsverderber.

5. Das Befallen des Rapses und Rübsens durch den Rapsverderber. Raps und Rübsen werden auf allen grünen Theilen und besonders auf den grünen Schoten von einer Krankheit befallen, die durch Kühn[4]) genauer bekannt geworden ist. Sie zeigt sich gewöhnlich im Juni, bei den Sommersaaten später. Es bilden sich kleine schwarzgraue oder braunschwarze Flecken, die aus dem Pilze bestehen; das umliegende Gewebe bleibt zunächst grün, dann wird es mißfarbig und trocknet ein. An den Schoten hat dies zur Folge, daß sie einschrumpfen, dürr werden und leicht von selbst aufspringen. Bei spätem Befallen können die Samen zur Ausbildung kommen, bei zeitigem schrumpfen und verderben sie ebenfalls. Die Krankheit vermindert daher sowol den Körnerertrag als den Futterwerth des Strohes; an den am stärksten und frühesten befallenen Stellen soll der Ertrag zuweilen gleich Null sein. Kühn hat gezeigt, daß die Krankheit von einem Pilz herrührt, dessen dünne, farblose, verästelte Fäden zunächst zwischen den inneren Zellen verbreitet sind, eine Trübung des Zellinhaltes, Mißfarbigwerden der Chlorophyll-

---

[1]) Untersuchungen über die Krankheiten der Tazetten und Hyacinthen. Oppeln 1876.

[2]) Del Brusone o Carolo del Riso. Mailand 1874.

[3]) La Nebbia del gran turco. Parma 1876.

[4]) Hedwigia 1855, pag. 86, und Krankheiten der Culturgewächse, pag. 165.

körner, endlich auch eine Bräunung der Zellmembranen hervorbringen. Unter der Epidermis der krank gewordenen Stellen entwickelt sich das Mycelium zu einer Art Lager, indem die Fäden stärkere Aeste bekommen, die sich immer dichter aneinander drängen und in mehreren Schichten übereinander liegen. Von diesem Lager dringen nun einzelne Fäden durch die Epidermis hervor, um hier zu Conidienträgern zu werden. Das sind ziemlich kurze, vertical von der Oberfläche der Pflanzentheile sich erhebende, unverzweigte Fäden, welche einige Querwände bekommen und sich bräunen. Sie schnüren an der Spitze eine Spore ab, die bei ihrem ersten Auftreten rund ist, dann eiförmig, langgestreckt wird und im reifen Zustande eine spindel- oder verkehrt keulenförmige, durch mehrere Querscheidewände septirte, braune Spore darstellt, die oben in eine langgezogene Spitze endigt. Diese Sporen fallen sehr leicht ab und keimen dann äußerst leicht wieder; oft wächst, noch wenn sie auf dem Conidienträger stehen, ihre fadenförmige Spitze weiter und kann eine zweite, diese wol eine dritte Spore erzeugen, so daß mehrere kettenförmig übereinander stehen (die Form Alternaria *Nees*). Dieser Conidienzustand ist als Sporidesmium exitiosum *Kühn* oder Polydesmus exitiosus *Mont.* bezeichnet worden. Auf den Blättern erzeugt der Pilz rundliche, braune, oft von einem gelben oder röthlichen Hofe umgebene Flecken. Hier hat ihn Kühn auch in der Spermogonienform (Depazea Brassicae), d. s. sehr kleine, schwarze, runde in der Blattmasse zum Theil eingesenkte Kapseln, angetroffen. Die Zusammengehörigkeit beider Pilzformen wurde dadurch constatirt, daß durch künstliche Aussaat der Conidien auf grüne Blätter Flecken entstanden, in denen die Depazea sich bildete, und daß auch im freien Felde auf den Depazea-Flecken die Conidienträger gesehen wurden. Es ist nicht zu bezweifeln, daß dieser Pilz auch in einer Perithecienform fructificirt. Bestimmt nachgewiesen ist eine solche noch nicht. Fuckel[1]) stellt zwar den Polydesmus exitiosus als Conidienzustand zu Pleospora napi *Fuckel*, die er auf dürren Stoppeln von Raps und Rübsen im Frühling gefunden hat, ohne jedoch für die Zusammengehörigkeit eine Begründung beizubringen.

Daß der Pilz die Ursache der Krankheit ist, hat Kühn durch Infectionsversuche nachgewiesen, bei denen er durch Aussaat von Conidien auf den Schoten schon nach wenigen Tagen kranke Flecken erzeugen konnte. Die Keimschläuche dringen durch die Spaltöffnungen ein. Die Sporen haben noch nach Jahresfrist ihre Keim- und Infectionskraft. Die leichte Keimfähigkeit und schnelle Entwickelung des Pilzes erklärt es, daß die Krankheit auf dem Felde besonders wenn Gewitter und feuchtwarme Witterung herrschen, oft in wenig Tagen mit rapider Schnelligkeit um sich greift. Außerdem kommt der Pilz noch auf anderen Cruciferen, z. B. auf verschiedenen Unkräutern, vor, und an den Blättern aller dieser Pflanzen findet er sich auch während des Winters. Bei der so großen Verbreitung des Schmarotzers läßt sich schwer etwas gegen ihn thun. Kühn räth befallene Pflanzen zeitig zu ernten und in Haufen zu setzen, so daß die Schoten nach innen stehen, der Regen von diesen abgehalten wird, aber Luft frei durchstreichen kann, um das Trockenwerden der Schoten zu beschleunigen, deren Körner dann auszureifen vermögen.

Möhrenverderber.

Möhrenverderber hat Kühn (l. c.) einen Pilz genannt, der von Polydesmus exitiosus keine nennenswerthen Verschiedenheiten zeigt und daher für eine Varietät desselben gehalten wird. Er bringt an den Möhren, immer von den Blattspitzen und den äußeren Blättern beginnend, schwarzgraue Flecken

[1]) l. c. pag. 136.

hervor, die sich ausbreiten, zusammenfließen und endlich das ganze Kräutig schwärzen können.

6. Die Kräuselkrankheit der Kartoffeln wird nach Schenk[1]) durch einen Pilz verursacht, der mit dem zuletzt erwähnten am nächsten verwandt ist. Man kennt diese Krankheit schon seit dem vorigen Jahrhundert, wo sie 1770 in England, 1776 in Deutschland epidemisch und sehr schädlich auftrat. Sie darf mit der Kartoffelkrankheit nicht verwechselt werden. Kühn[2]) hat sie zuerst genauer beschrieben, jedoch keinen Pilz gefunden. Ihre Symptome sind folgende. Die Pflanzen haben nicht das frische intensive Grün der gesunden, die Blattstiele und die Fiederblättchen sind meist nach unten gebogen, die Blättchen selbst gefaltet oder hin und her gebogen, und an Stengeln, Blattstielen und Blättern treten braune Flecken auf, an denen zuerst die äußeren, später auch die tiefer liegenden Zellen, am Stengel sogar bis in's Mark gebräunt sind. Dann tritt Vertrocknen der Blätter und Stockung des Wachsthums ein; und wenn die Pflanzen sich bis zur Ernte lebendig erhalten, so ist doch kein oder nur sehr spärlicher Knollenansatz an ihnen vorhanden. In den gebräunten Flecken fand Schenk verzweigte und septirte Myceliumfäden, welche die Gefäße und die die Gefäßbündel umgebenden Parenchymzellen durchwachsen und nahe der Oberfläche aus kürzeren, braunen Zellen bestehen; aus den letzteren sprossen durch die nach außen gekehrte Wand der Epidermiszellen die einfachen oder am Grunde verzweigten Conidienträger nach außen in Form kleiner, dunkler borstenähnlicher Räschen. Sie schnüren an ihrer Spitze längliche, mit Querscheidewänden und bisweilen mit einigen Längsscheidewänden versehene, braune Conidien ab. Wegen der großen Aehnlichkeit mit dem vorerwähnten Pilze bezeichnet ihn Schenk als Varietät desselben Sporidesmium exitiosum var. Solani. Außer dieser Krankheitsform beobachtete Schenk noch eine zweite, mit ihr in denselben Culturen auftretende, bei welcher dieselben Symptome und außerdem noch die von früheren Beobachtern erwähnte mehr glasig spröde Beschaffenheit des Stengels, aber keine Pilze zu finden waren, welche also mit der von Kühn beschriebenen Kräuselkrankheit übereinstimmt. Hallier[3]) will beide Krankheiten vereinigt wissen; der Verlauf sei zweijährig. Im ersten Jahre durchdringe das Mycelium die Pflanze bis zu den jungen Knollen, an denen es einen schwarzen Flecken erzeuge, im zweiten Jahre verbreite sich das Mycelium von der kranken Knolle weiter, worauf die Triebe wieder kräuselkrank werden und bald absterben, Mycelium in diesen aber nicht auftrete.

Kräuselkrankheit der Kartoffel.

7. Die sogenannte Herzfäule der Runkelrüben gehört ebenfalls in die als Schwärze charakterisirte Gruppe von Krankheiten, vorbehaltlich des noch zu liefernden Nachweises, daß der bei ihr auftretende Pilz in der That die Ursache ist, für die ihn Fuckel[4]) erklärt. Die Krankheit besteht darin, daß im Spätsommer und Herbst die Blätter stellenweise hellbraun und dann immer dunkler, bis schwarz werden; diese Stellen vertrocknen oder faulen bei Anwesenheit von Feuchtigkeit. Zuletzt können die ganzen Blätter schwarz werden. Auf den kranken Theilen erscheint in Form eines sammetartigen, olivenbraunen

Herzfäule der Runkelrüben.

---

[1]) Biedermann's Centralbl. f. Agriculturchemie, 1875. II. pag. 280.

[2]) Krankheiten der Culturgewächse, pag. 200, und Berichte aus d. phys. Labor. d. landw. Inst., Halle 1872, pag. 90.

[3]) Oesterreichisches landw. Wochenbl. 1876, pag. 110.

[4]) l. c. pag. 350.

Ueberzuges ein Pilz, Sporidesmium putrefaciens *Fuckel*. Ich finde, daß das endophyte Mycelium in der Epidermis die mehrfach beschriebenen gegliederten Fäden bildet, die sich vielfach zu einem zusammenhängenden Lager an einanderlegen und dabei bis an die Oberfläche treten, besonders da, wo aus diesem Lager die kleinen dunkelbraunen Büschel der Conidienträger sich bilden, welche aufrecht hervortreten (Fig. 105). Zuerst erscheint ein einziger Conidienträger, dann werden an seiner Basis succesiv noch mehrere hervorgetrieben, das Räschen wird dichter. Jeder Conidienträger ist ein sehr kurzer, etwas krummer, ziemlich dicker Stiel, auf dessen Spitze eine große Sporidesmium-Spore abgeschnürt wird. Diese ist eiförmig bis verkehrt keilförmig, mit mehreren Quer- und oft mit schiefen Längsscheidewänden, braun, am stumpfen Ende befestigt, am andern Ende in eine hellere, mehr oder weniger lange Spitze verlängert. Nachdem mehrere solche Conidienträger ihre Sporen abgegliedert haben, werden in demselben Büschel längere Conidienträger getrieben, welche andere, kleinere, ellipsoidische, ein- oder zweizellige Sporen abschnüren, überhaupt ganz mit Cladosporium übereinstimmen. Es geht daraus hervor, daß auch die hierher gehörigen Pyrenomyceten verschiedene Conidienträgerformen besitzen. Perithecien sind noch nicht beobachtet.

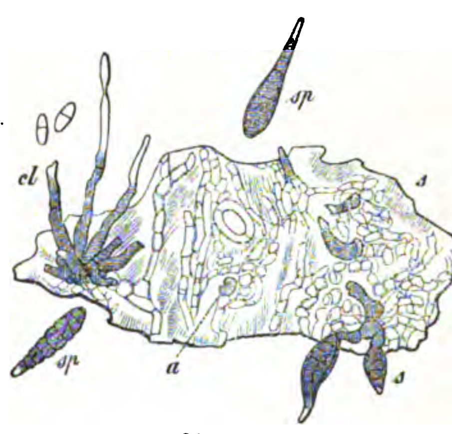


Fig. 105.

Der Pilz der Herzfäule der Runkelrüben. Ein Stück abgeschnittene Oberfläche eines Runkelrübenblattes mit dem unter der Epidermis vielfach sichtbaren Mycelium, welches nach außen Conidienträger hervortreibt. Diese sind zuerst Sporidesmium putrefaciens *Fuckel* (bei s). Links bei cl ein älteres Räschen von Conidienträgern, welches eine Cladosporium-Form darstellt; die kurzen Träger des Sporidesmium, die ihre Sporen bereits abgeschnürt haben, sind am Grunde noch erkennbar. sp abgefallene reife Sporidesmium-Sporen. a erster Anfang eines Räschens von Sporidesmium, soeben aus der Epidermis hervorwachsend. 200fach vergrößert.

Helminthosporium heteronemum auf Sagittaria.

8. Auf den lebenden Blättern von Sagittaria sagittaefolia kommen große, rundliche, hellbraune Flecken vor, auf deren oberen Seite kleine schwarze Räschen zerstreut stehen. Der Pilz ist zuerst von Desmazieres[1]) beobachtet und Macrosporium heteronemum *Desm.*, später Helminthosporium heteronemum *Oudem.* genannt worden. Er bildet Büschel conidientragender Fäden von der Beschaffenheit der vorigen Pilze; dieselben brechen aus der Epidermis, nicht aus den Spaltöffnungen hervor und schnüren eine verkehrt keulenförmige, durch viele Querwände septirte, braune Spore ab.

Thielavia basicola.

9. Eine schwärze ähnliche Krankheit der unterirdischen Theile von Senecio

[1]) Ann. des sc. nat. 3. sér. T. XX (1853), pag. 216.

elegans hat Zopf[1]) im botanischen Garten zu Berlin beobachtet. Braune, septirte Myceliumfäden treten Anfangs in den äußersten Zellenreihen der Wurzelrinde auf, später dringen sie bis ins Centrum der Wurzel vor. Auf dem Mycelium bilden sich verschiedene Arten Conidien: mehrzellige und in Ketten zusammenhängende, kugelige (Torula); ferner kleine, mit Haarschopf gekrönte Spermogonien mit sehr kleinen Spermatien, und braune Perithecien mit zahlreichen eiförmigen Schläuchen, deren jeder 8 gurkenförmige, chocoladenfarbige Sporen enthält. Der Pilz ist als **Thielavia basicola** *Zopf* bezeichnet worden. Die befallenen Pflanzen sollen zu Grunde gegangen sein.

II. Die Fusicladium-artigen Pilze.

Charakter von Fusicladium.

Unter dieser Bezeichnung stellen wir hier eine Reihe conidientragender Pilzformen zusammen, welche meist auf Früchten und Blättern der Obstbäume braune oder schwarze Flecken bilden, indem auf einem in der Substanz des Pflanzentheiles eingewachsenen, flachen, dünnen Lager oder Stroma[2]) von unbestimmter Form überall ziemlich dicht stehende, einfache, sehr kurze, dicke Fäden sich erheben, die an ihrer Spitze eine oder mehrere, meist ein- oder zweizellige Conidien abschnüren.

Auf Aepfeln und Apfelblättern.

1. Fusicladium dendriticum *Fuckel* (Cladosporium dendriticum *Wallr.*). Dieser Parasit des Apfelbaumes befällt sowol die Blätter als auch die reifenden Aepfel. Auf den letzteren verursacht er die sogenannten Rostflecken. Dies sind ungefähr runde, schwarze, fest in der Schale eingewachsene Krusten, die nicht selten an ihrem Rande durch eine weiße Linie gesäumt sind, während auf ihrer Mitte, wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben, oft braune Korkbildung hervortritt. Auf den reifen Aepfeln sind diese Flecken so häufig, daß oft nur wenig ganz reine Früchte gefunden werden. Die meisten Flecken sind etwa 3 bis 5 Mm. im Durchmesser, manche noch größer, und oft fließen mehrere zusammen. An manchen Früchten ist ein großer Theil der Oberfläche davon eingenommen, so daß dieselben sehr unansehnlich und bisweilen auch in ihrer gleichmäßigen Ausbildung gehemmt sind. So lange die Aepfel frisch bleiben, erhalten sich nicht nur die Pilzflecken, sondern sie leben und vergrößern sich während des ganzen Winters. Das Wachsthum geschieht centrifugal. Wie Sorauer[3]) bereits beschrieben hat, wächst das zunächst farblose Mycelium in der Epidermis (Fig. 106 A) und spärlicher auch in den angrenzenden Parenchymzellen. Dann treten im Innern der Epidermiszellen dickere Aeste der Mycelfäden zusammen, um eine braune, aus einem pseudoparenchymatischen Gewebe bestehende Kruste zu bilden. Diese nimmt

[1]) Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1876, pag. 101.

[2]) Was hier als Stroma bezeichnet ist, ist nur das Analogon der bei den vorhergehenden Pilzen meist vorhandenen dichteren Lage von Mycelium nahe der Oberfläche des befallenen Pflanzentheiles; es verdient wegen seiner stärkeren Entwickelung von dem eigentlichen fädigen Theile des Myceliums unterschieden zu werden; allerdings entspricht es auch nicht genau den eigentlich Stroma zu nennenden Körpern der später zu erwähnenden Pilze, da dieses wirkliche Fruchtkörper sind.

[3]) Bot. Zeitg. 1875, Nr. 4, und Monatsschr. des Ver. zur Beförd. des Gartenb. in königl. preuß. St. 1875.

nun weiterhin bedeutend an Stärke zu und hebt dadurch die Außenwand der Epidermiszelle ab (Fig. 106 B). Diese abgestoßenen Häutchen bilden den erwähnten weißen Saum. Das Pilzstroma liegt nun frei an der Oberfläche. Das zunächst darunter befindliche Gewebe färbt sich dann braun, und unter den 3 bis 5 erkrankten Zellschichten entsteht Kork, der endlich, zuerst im Centrum, das Stroma abstößt, während in der Peripherie der Pilz weiter um sich greift. Sorauer hat beschrieben, daß die oberflächlichen Zellen des Stroma zu kurzen, aufrechten, braunen Hyphen, den Conidienträgern, auswachsen; diese schnüren an ihrer verjüngten Spitze eine oder zwei verkehrt birnen- oder rübenförmige, einzellige oder mit einer Querwand versehene blaßbraune Sporen ab (Fig. 106 B). Die Conidien keimen rasch mit einem Keimschlauch, der leicht wieder secundäre Conidien bildet. Sorauer erkannte richtig die Identität dieser von ihm zuerst auf den Aepfeln beobachteten Conidienfructification mit dem schon lange auf den Apfelblättern bekannten Pilze obigen Namens. Aber nicht immer entwickeln sich Conidienträger auf den Rostflecken; sie sind sogar manchmal selten, und dies erklärt, warum sie früher nicht beobachtet worden sind; aber solche sterile Krusten sind den Mycologen längst bekannt unter dem Namen **Spilocaea** pomi *Fr.*[1]) Diese nehmen bisweilen eine Entwickelung an, welche die Fries'sche Diagnose, die von mit einander verwachsenen kugeligen Sporidien redet, erklärt. Die hervorbrechende Pilzkruste entwickelt sich, anstatt Conidienträger zu treiben, selbst sehr kräftig, und es lösen sich die braunen unregelmäßig rundlichen oder

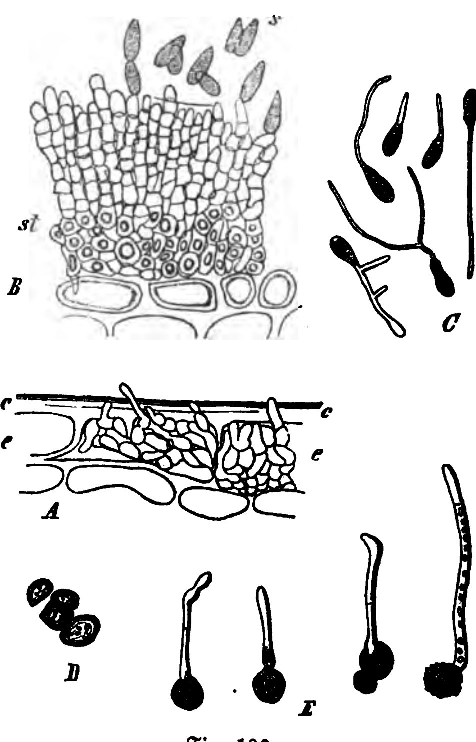


Fig. 106.

Fusicladium dendriticum *Fuckel.* A Stück eines Durchschnittes durch einen Rostflecken eines Apfels; e Epidermis mit dem Mycelium, c Cuticula. B Das in der Epidermis zu einem Stroma st entwickelte Mycelium; die Cuticula abgehoben und fast spurlos verschwunden. An der Oberfläche des Stroma werden Sporen s abgeschnürt. C Keimende Sporen. D Isolirte Zellen des Stroma. E Keimende Stromazellen.

[1]) Fries, Systema mycol. III. (1829), pag. 504.

eckigen Zellen des Stroma krümelig von einander. In Wassertropfen vertheilen sich die isolirten Zellen gleichsam wie Sporen (Fig. 106 D) und keimen sehr rasch unter Bildung farbloser, die braune Zellmembran durchbrechender, langgestreckter Keimschläuche (Fig. 106 E). Man kann sie also mit den Gemmen anderer Pilze (pag. 569) vergleichen. Zur Bildung des Fusicladium scheint ein ruhiges Verweilen des Apfels in nicht zu trockner Luft erforderlich zu sein. Bei noch größerer Feuchtigkeit der Umgebung tritt wieder eine andere Entwickelung ein: die Hyphen werden sehr lang, ästig und verworren und stellen einen rauchbraunen Schimmel auf den Flecken dar; aber auch auf diesen Fäden werden Conidien abgeschnürt. Fortpflanzungsfähig wird der Pilz also unter allen Umständen. Eine höhere Fruchtform zu erzielen ist mir nicht gelungen. Ueber die erste Entstehung des Pilzes auf den Aepfeln ist nichts bekannt. Die Infection muß jedenfalls zeitig erfolgen; sie gelang mir mit Conidien und Gemmen auf reifen Aepfeln nicht mehr, und Sorauer hat schon einige Wochen nach dem Abblühen die Flecken auftreten sehen.

Das blattbewohnende Fusicladium dendriticum bildet zur Herbstzeit schwarze, am Rande etwas strahlige Flecken auf der Blattoberseite. Nach Sorauer bringen zunächst Büschel von Conidienträgern aus der Epidermis hervor. Ein Stroma entwickelt sich erst später in der Epidermis und bekleidet sich dann auch mit kurzen Conidienträgern.

Auf Zweigen, Blättern und Früchten der Birnen.

2. Fusicladium pyrinum *Fuckel* (Helminthosporium pyrinum *Lib.*), ein dem vorigen sehr ähnlicher Parasit auf Früchten, Blättern und einjährigen Zweigen des Birnbaumes, wo Sorauer (l. c.) die Krankheit „Schorf“ oder „Grind“ genannt hat. An den Birnen bringt er ebensolche „Rostflecken“ hervor, wie jener[1]). In ganz ähnlichen Krusten tritt er an den Zweigen auf. Hier bedeckt anfangs das Periderm die Flecken, dann zerreißt dieses über ihnen und dieselben treten hervor. Die Spitzen der Triebe, die bisweilen zu $^2/_3$ mit den Krusten überzogen sind, sterben ab und die Knospen vertrocknen. Auf den Blättern erscheint der Pilz in der Weise wie der vorige auf beiden Blattseiten. Solche Blätter fallen etwas zeitiger ab, zeigen sich auch oft verkrümmt. Der Pilz wird vom vorigen hauptsächlich durch die knorrige Form der Conidienträger unterschieden, die von einem Seitwärtswachsen der Spitze nach geschehener Sporenabschnürung herrührt. Prillieux[2]) hat über das Vorkommen der Krankheit in den Gärten bei Paris berichtet, wo sie „Sprenkelung“ (travelure) genannt wird, und hat ebenfalls ihr Auftreten an den Zweigen beobachtet, woraus er es erklärt, warum an einzelnen Bäumen jedes Jahr gesprenkelte Birnen gebildet werden und warum die Krankheit durch Pfropfreiser verbreitet wird.

Auf Blättern der Ebereschen.

3. Fusicladium orbiculatum *Thüm.*, ein ebensolcher Pilz auf den Blättern der Ebereschen, mit kürzeren, stumpfkegelförmigen Conidienträgern mit breiter Basis. Es ist nicht entschieden, ob die drei vorstehend genannten Pilze verschiedene Species oder nur durch die Nährpflanze bedingte Formen eines und desselben Parasiten sind.

Morthiera Mespili auf Cotoneaster, Mespilus, Birnbaum.

4. Morthiera Mespili *Fuckel*, auf den Blättern und Zweigen von Cotoneaster vulgaris und tomentosa, Mespilus germanica, sowie des Birnbaumes

---

[1]) Die Krankheit ist schon 1864 in Böhmen beobachtet und der betheiligte Pilz Cladosporium polymorphum *Peyl.* genannt worden (vergl. Lotos 1865, pag. 18).

[2]) Compt. rend. 1877, pag. 910.

baumes, wo der Pilz eine von Sorauer[1]) genauer untersuchte und Blattbräune genannte Krankheit hervorbringt. Schon am jungen, weichen Blatte treten kleine karminrothe Flecken, wie feine Spritztröpfchen auf. Später vergrößern und vermehren sich dieselben; die Mitte jedes Fleckens, der nun roth bis braun erscheint und durch die ganze Dicke des Blattes hindurchgeht, bildet eine runde, schwarzkrustige Stelle. Das Blatt bräunt sich und fällt ab, so daß oft schon Ende Juli Entblätterung eintritt. Wird noch ein zweiter Trieb gebildet, so zeigt sich auch auf ihm die Krankheit, wobei immer nur an den Zweigspitzen einige Blätter stehen bleiben. In den kranken Flecken befindet sich ein Pilzmycelium zwischen den Mesophyllzellen, deren Zellsaft hier geröthet wird. Durch Absterben und Bräunung des Zellinhaltes wird der Flecken braun. In der Epidermis vereinigen sich die Pilzfäden zu einem dem der vorigen Pilze ganz ähnlichen krustigen Stroma, welches die Cuticula sprengt und dann auf seiner freien Oberfläche sehr kurze, aufrechte Conidienträger treibt. Die Form der Conidien, die etwas variabel ist, zeigt vorherrschend den Typus, daß 4 Zellen kreuzweise verbunden sind, d. h. zwei übereinanderstehen, und die untere beiderseits eine dritte und vierte, bisweilen auch noch mehr Zellen trägt; letztere sowie die Endzelle setzen sich in eine steife farblose Borste von der Länge der Spore fort. Bei der Keimung tritt der Keimschlauch häufig in der Nähe der Borste hervor. Sorauer inficirte junge Blätter einjähriger Birnensämlinge mit den Sporen; er sah den Keimschlauch sich in die Epidermiswand einbohren. Nach zwei Wochen traten an den Infectionsstellen die charakteristischen Flecken auf, später ein Conidienstroma. An den abgefallenen kranken Blättern hat Sorauer im Winter eine Perithecienfrucht aufgefunden, die er für die der **Morthiera** hält: in der Blattmasse sitzende, sehr kleine, selten bis 0,2 Mm. Durchmesser große, rundliche Kapseln mit schwarzer, aus mehreren Zellschichten bestehenden Wand, ohne deutliche Mündung. Dieselben enthalten keulenförmige Sporenschläuche und Paraphysen. Jeder Schlauch hat 8 fast farblose, ei- oder keulenförmige, durch eine Querwand in zwei ungleiche Zellen getheilte Sporen. Darnach ist der Pilz eine Form von **Stigmatea** oder **Sphaerella**. Die Schlauchsporen sind im April und Mai reif und keimfähig. Jedenfalls überwintert der Pilz aber auch an der Pflanze in der Conidienform, die Sorauer an den Zweigen und sogar an den Knospenschuppen bemerkte. Die Wildlinge wurden weit stärker als die edlen Sorten befallen.

Auf Crataegus.

Eine in Nord-Amerika auf **Crataegus**-Arten gefundene **Morthiera Thümenii** *Cooke*, ist jener sehr ähnlich oder mit ihr identisch.

Auf Sorghum halepense.

5. **Fusicladium Sorghi** *Passer.*, ein Parasit des **Sorghum halepense**, welcher auf den Blättern eigenthümliche augenförmige Flecken von verschiedener Größe erzeugt. Dieselben haben zugleich auf beiden Blattseiten einen blutrothen bis schwarzrothen Saum, welcher ein helles, gelbliches oder bräunliches Feld mit großem dunklem Mittelfleck umgiebt. Letzterer hat auf der Unterseite ein dunkelgraues, fast staubartiges Aussehen durch die dort befindlichen Sporen. Zahlreiche dicht beisammenstehende, äußerst kurze Basidien brechen unter Verdrängung der Epidermis nach außen und jede schnürt auf ihrer Spitze eine kugelige Spore oder deren mehrere kettenförmig hinter ein-

---

[1]) Monatsschr. d. Ver. zur Beförd. d. Gartenbaues in d. kgl. preuß. St. Januar 1878.

ander ab. Das Mycel durchdringt die ganze kranke Stelle, die Schwärzungen rühren von gebräunten Mycelfäden her.

Auf Kirschen.

6. Acrosporium Cerasi *Rabenh.*. A. Braun[1]) beschreibt eine Krankheit der jungen Früchte der Weichselkirschen, wo auf den noch grünen erbsengroßen Kirschen 2—3 Mm. große, rundliche, mißfarbige (licht grau-bräunliche) Flecken sich zeigten, welche zur Folge hatten, daß die Früchte im Wachsthum zurückblieben und endlich ganz abgedürrt und gebräunt waren. Ein fein sammetartiger Ueberzug auf den Flecken bestand aus Räschen von Conidienträgern: aufrechte, unverzweigte, blaßbraune Fäden, die gewöhnlich im unteren Theile eine Querwand, auf der Spitze mehrere Höckerchen (Sporenansätze) zeigten. Die Sporen waren länglich-elliptisch, stumpf, einzellig, farblos. Dieser Pilz, der den obigen Namen erhalten, scheint hiernach von Cladosporium nicht wesentlich abzuweichen. Die Conidienträger entsprangen einem feinen, der Cuticula fest anliegenden Mycelium, über welches nichts Genaueres mitgetheilt wird.

Auf Pfirsichen.

7. Aehnliche Conidienpilze sind auch auf kranken Flecken anderer Früchte gefunden worden, so auf schwarzen, rundlichen, mehr oder weniger ausgedehnten harten Flecken auf den Pfirsichen Helminthosporium carpophilum *Lév.* bei Paris nach Léveillé[2]). Die Fruchthyphen tragen am Scheitel eine spindelförmige, mit 4—5 Querscheidewänden versehene Spore. Cladosporium carpophilum *Thüm.* fand F. v. Thümen[3]) auf mißfarbigen kranken Flecken der Pfirsichen. Die braunen Fruchthyphen schnüren an der Spitze eine spindelförmige, stumpfe, zweizellige Spore ab. Ob diese Pilze die Flecken verursachen, ist nicht erwiesen.

III. Polythrincium Trifolii *Kze.*

Schwarzwerden des Klees durch Polythrincium Trifolii.

Das Schwarzwerden des Klees ist eine besonders in feuchten Jahren und Lagen nicht seltene Krankheit bei Trifolium pratense, repens, hybridum, medium, alpestre, scabrum. Auf den noch grünen Blättern erscheinen, vorwiegend unterseits, ungefähr runde, bis 1 Mm. und darüber große, schwarze, glanzlose Flecken in Mehrzahl. Unter der Lupe löst sich jeder Flecken in zahlreiche, dicht beisammenstehende, halbkugelige Polsterchen auf. Jedes der letzteren stellt eine dichte Gruppe von Conidienträgern dar, welche aus dem Innern des Blattes durch die Epidermis hervorbricht. Die conidientragenden Fäden sind dunkelbraun, ziemlich gerade und durch zahlreiche, in fast gleichen Abständen stehende Einschnürungen, in denen meist Scheidewände sich befinden, fast perlschnurförmig gegliedert. Jeder schnürt nur eine Spore auf einmal an seiner Spitze ab. Die ebenfalls braunen Sporen sind ei- bis birnförmig, durch eine Scheidewand in zwei ungleiche Zellen getheilt. Der Pilz ist mit dem oben genannten Namen belegt worden. Ein Zeit lang bleiben die befallenen Blätter grün,

---

[1]) Ueber einige neue oder weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1854.

[2]) Ann. des sc. nat. 1843. pag. 215.

[3]) Fungi pomicoli. Wien 1879, pag. 13.

dann vergelben und vertrocknen sie. Gegen den Herbst bilden sich bisweilen während des Absterbens der befallenen Blätter in den Polstern, die das Polythrincium trugen und nun dieses allmählich verlieren, kugelige, schwarze, mit dem Scheitel hervorragende Spermogonien (als Sphaeria Trifolii *Pers.* bezeichnet). Die Perithecienfrucht ist noch nicht gefunden worden. Ob und wie man gegen diesen Pilz, der dem Klee bisweilen sehr verderblich wird, ankämpfen kann, wird sich erst entscheiden lassen, wenn man seine Entwicklung kennt. Anbau des Klees in Gemenge mit Gräsern, wie es Kühn[1]) dagegen anräth, dürfte die Gefahr allerdings vermindern.

IV. Blattfleckenkrankheiten mit aus den Spaltöffnungen tretenden Conidienträgerbüscheln.

Allgemeiner Character der Krankheit und der Pilze.

Unter diesem Titel ist hier eine Gruppe unter einander sehr ähnlicher auf den verschiedensten Pflanzen auftretender Krankheiten zusammengestellt, die durch folgende Symptome characterisirt sind. Es erscheinen auf sonst noch lebenskräftigen Blättern, meistens zur Sommerszeit, weißliche, gelbe oder braune Flecken, an denen die Blattsubstanz abstirbt und vertrocknet, endlich wol ganz zerfällt, so daß das Blatt durchlöchert wird, oder auch bei größerer Feuchtigkeit leicht in Fäulniß übergeht. Anfangs verhältnißmäßig klein, vergrößern sie sich allmählich, indem die Veränderung im ganzen Umfange centrifugal fortschreitet, so daß der Flecken an seinem Rande die Uebergangszustände vom lebendigen zum abgestorbenen Blattgewebe erkennen läßt, wobei bisweilen die erste Veränderung in einer Röthung der Zellsäfte, die sich dann wieder verliert, besteht, der Flecken also bisweilen roth gesäumt erscheint. Das wichtigste Merkmal, durch welches diese Krankheiten sich von anderen pilzlichen Blattfleckenkrankheiten unterscheiden, ist, daß im ersten Stadium der Krankheit äußerlich kein Pilz vorhanden ist; vielmehr wird das Absterben des Gewebes durch ein endophytes Mycelium bewirkt; darauf fructificirt der Pilz mit conidientragenden Fäden, welche nur aus den Spaltöffnungen der kranken Blattstelle in Form kleiner Büschel hervortreten. Diese erscheinen unter der Lupe als zerstreut stehende, weiße oder, wenn die Fäden braun gefärbt sind, als dunkle, sehr kleine Pünktchen, die zunächst auf der Mitte des Fleckens, als dem ältesten Theile, erscheinen und denen im Umkreise weitere nachfolgen in dem Maße als die kranke Stelle größer wird. Eine gelbe Färbung dieser Flecken rührt wie gewöhnlich von einer Desorganisation des Chlorophylls, eine braune Färbung von der Bräunung des Zellinhaltes und wol auch der Membranen des befallenen Gewebes her. Eine weiße Farbe hat ihren

---

[1]) Fühling's landw. Ztg. 1876. pag. 820.

Grund in dem vollständigen Ausbleichen des Gewebes in Folge der Entleerung und Schrumpfung der Zellen und der Erfüllung des Gewebes mit Luft. Kleine Blätter können von einem Flecken schließlich ganz eingenommen werden, also vollständig vertrocknen. Große Blätter, die oft zahlreiche Flecken bekommen, erhalten sich eine Zeit lang, können aber je nach der Zahl und Größe der letzteren, schneller oder langsamer verderben.

Nach der Form der Conidienträger hat man diese Pilze in mehrere unten aufgeführte Gattungen (Ramularia, Cercospora, Cylindrospora, Isariopsis, Scolecotrichum) vertheilt, die aber einander sehr ähnlich und offenbar alle nahe miteinander verwandt sind. Es ist kaum zweifelhaft, daß sie alle als höhere freilich keineswegs immer sich ausbildende Fruchtform Perithecien besitzen, nach denen sie zu Sphaerella oder ähnlichen Pyrenomyceten gehören. Aber da die hier vereinigten Fleckenkrankheiten immer nur mit dem Ausbruch jener Conidienträger endigen, und Perithecien, wenn sie sich bilden, immer erst an den völlig abgestorbenen und verwesenden Blättern erscheinen, so sind wir genöthigt, diejenigen Blattfleckenkrankheiten, bei denen diese Conidienträger auftreten, für besondere Krankheiten zu halten und sie von denjenigen zu unterscheiden, die unter sonst gleichen Symptomen auftreten, bei denen aber statt jener Conidienträger gewisse Spermogonienformen (Septoria, Depazea, Phyllosticta etc.) sich zeigen. Zwar ist es auch von diesen wahrscheinlich, daß sie Vorformen von Pyrenomyceten sind und erst nach dem Absterben des Pflanzentheiles ihre Perithecien bilden, ja die Vermuthung ist nicht zu verbannen, daß dieselben Pilze, welche auf Blattflecken das eine Mal in Conidienträgern erscheinen, in anderen Fällen in Form jener Spermogonien fructificiren. Da aber dafür noch kein Beweis vorliegt, so muß eben vorläufig auch die Pathologie diese Krankheitsformen trennen, womit jedoch selbstverständlich über die specifische Verschiedenheit der letzteren keine Behauptung ausgesprochen sein soll.

Parasitismus der Blattfleckenpilze.

Ueber den Parasitismus und die ursächlichen Beziehungen dieser Pilze zu den Blattfleckenkrankheiten ist nur das bekannt, was ich[1]) an einigen derselben ermittelt habe. Es bezieht sich dies auf Isariopsis pusilla an Cerastium triviale und arvense, auf Ramularia obovata an Rumex sanguineus und auf Cercospora cana an Erigeron canadensis und zeigt zugleich die große Uebereinstimmung in dem Verhalten dieser Pilze. Sie haben ein endophytes Mycelium, welches immer in dem noch lebendigen Mesophyll rings um die abgestorbenen Theile reichlich entwickelt ist, aber auch nicht über diese Stellen hinausgreift, so daß jeder kranke Flecken einen Pilz für sich hat. Die verhältnißmäßig dünnen, dichotom verzweigten, mit spärlichen Scheidewänden versehenen Fäden wachsen nur zwischen den Zellen und umspinnen diejenigen des Schwammparenchyms oft in Menge. Bei Isariopsis pusilla auf Ceras-

[1]) Bot. Ztg. 1878, Nr. 40.

tium triviale ist die erste sichtbare Wirkung die, daß die befallene Stelle des noch grünen Blattes ihren Turgor verliert; dann entfärbt sie sich in Gelb, indem die Chlorophyllkörner sich auflösen; endlich vertrocknet die Blattsubstanz unter fast vollständigem Ausbleichen. Auf **Rumex sanguineus** ist der erste bemerkbare Anfang der durch **Ramularia obovata** verursachten Krankheit ein runder Flecken von höchstens 1—2 Mm. Durchmesser, wo das Gewebe noch lebendig und grün ist, nur durch Röthung der Zellsäfte einiger Epidermiszellen ein etwas mißfarbiges Ansehen erzeugt wird. Hier sind bereits Myceliumfäden in den Intercellulargängen zu finden. Die Flecken vergrößern sich dann, die Myceliumfäden werden reichlicher; bald wird das Centrum der erkrankten Stelle braun in Folge der Desorganisation der Zelleninhalte, endlich dürr. Der

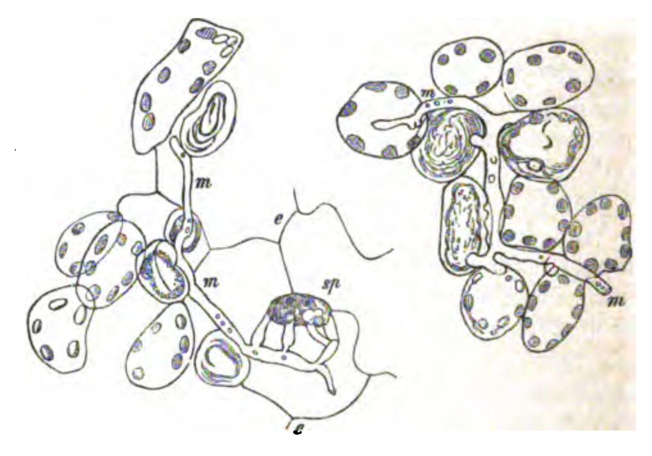


Fig. 107.

Mycelium der Cercospora cana *Saccardo*, im Mesophyll von **Erigeron canadensis**. Rechts ein Mycelfaden mm mit haustorienartigen Aestchen an Mesophyllzellen sich ansetzend, deren Inhalt dann sogleich desorganisirt wird. Links ein Mycelfaden mm unter einer Spaltöffnung sp Zweige abgebend, die sich in der Spaltöffnung zu einem Hyphenknäuel, als Anlage der Conidienträger, verflechten. e darunter liegende Epidermis. 300fach vergrößert.

Saum des Fleckens bleibt aber geröthet, sowol an der oberen wie an der unteren Blattseite; vorwiegend sind es die Epidermiszellen, aber auch einige Mesophyllzellen, deren Säfte sich färben. Dieser Proceß schreitet centrifugal fort. Die Zellen und ihre Chlorophyllkörner sind in den gerötheten Partien noch frisch und lebendig. Stets ist das Mycelium schon in dem ganzen gerötheten Areal zu finden, darüber hinaus in dem rein grünen Theile noch nicht. Die Röthung ist also das erste Symptom der Einwirkung des Parasiten. In den Blättern von **Erigeron canadensis** ist das Mycelium von **Cercospora cana** in gleicher Weise zu finden und noch besonders dadurch ausgezeichnet, daß sich an der Seite der Fäden ziemlich viele sehr kurze Auswüchse bilden, welche sich den Mesophyllzellen äußerlich fest anlegen, und daher wol als Haustorien gelten dürfen, wiewol ich ein eigentliches Eindringen

in die Nährzelle nicht sehen konnte (Fig. 107). Die Wirkung des Myceliums ist eine äußerst verderbliche: jede Mesophyllzelle, mit welcher ein Myceliumfaden in Berührung gekommen ist, zeigt bald ihr Protoplasma und Chlorophyll desorganisirt und schrumpft zusammen. Zur localen Fleckenbildung kommt es bei Erigeron seltener: das Mycelium durchzieht meist das ganze Blatt; letzteres welkt rasch und wird unter schwärzlicher oder bräunlicher Entfärbung dürr; doch bleibt der Pilz auf das Blatt beschränkt, und dieses bedeckt sich, besonders unterseits, mit den grauweißen Sporen.

Fructification und Keimung der Pilze.

Die Entwickelung der Conidienträger ist bei allen drei Parasiten gleich. Sie nimmt ihren Anfang damit, daß die in der Nähe der Athemhöhlen der Spaltöffnungen wachsenden Mycelfäden Zweige abgeben, die alle gegen die Spaltöffnung sich wenden, unter derselben zusammentreffen und zu einem runden Knäuel sich verflechten (Fig. 107, sp und Fig. 110 p), der sich, indem er an Umfang zunimmt, von unten in die Spaltöffnung einpreßt und die Schließzellen auseinanderdrängt, die dabei bisweilen absterben und undeutlich werden, so daß der Scheitel des Hyphenknäuels in der erweiterten Spaltöffnung freiliegt. Auf diesem entwickelt sich ein Büschel von Conidienträgern. Letztere wachsen daher nur aus den Spaltöffnungen hervor. Darum erscheinen dieselben meist auf der Unterseite des Blattes, aber auch, z. B. bei Cerastium, auf beiden Seiten, weil hier beiderseitig Spaltöffnungen vorhanden sind. Dies geschieht aber meist erst, wenn das Gewebe an dieser Stelle abgestorben ist, weshalb gewöhnlich nur auf der todten Mitte des Fleckens der Pilz zum Ausbruch kommt. Uebrigens hängt dies auch von Feuchtigkeitsverhältnissen ab. Bei Ramularia obovata auf Rumex sanguineus kann dies in trockener Luft wochenlang unterbleiben; demungeachtet wächst das Mycelium im Blatte weiter und vergrößert den kranken Flecken, bildet auch in den Spaltöffnungen die Hyphenknäuel; erst bei Eintritt von Feuchtigkeit erfolgt der Ausbruch der Conidienträger in einem oder wenigen Tagen. Die Conidien sind sofort nach ihrer Reife keimfähig und erzeugen, auf gesunde Blätter ihrer Nährspecies gebracht, dieselbe Pilzform und Krankheit in kurzer Zeit von neuem. Die Keimung erfolgt auf Wassertropfen sehr schnell, z. B. bei Isariopsis pusilla schon nach 11 Stunden. Die Spore treibt einen langen, ziemlich dünnen, scheidewandlosen Keimschlauch. Derselbe tritt bei den cylindrischen oder schlank keulenförmigen, meist zwei- bis vielzelligen Sporen von Cylindrospora und Cercospora aus irgend einem Punkte an der Seite einer der Sporenzellen hervor (Fig. 108), bei den meist ein- oder zweizelligen, länglich eiförmigen Sporen der Ramularia und Isariopsis aus einem Ende oder aus beiden Enden der Conidie, oft etwas seitlich vom Scheitel. Wenn hier nur eine Sporenzelle den Keimschlauch getrieben hat, so wird oft die Scheidewand in der Mitte der Spore aufgelöst, und es wandert dann auch der Inhalt der anderen Zelle in den Keimschlauch ein; haben beide Zellen einen Keimschlauch getrieben, so bleibt die Scheidewand. Wenn die Sporen von Isariopsis auf dem Objectträger keimen, so findet man außer denjenigen, deren Keimschlauch auf der Unterlage lang hingewachsen ist, auch solche, bei denen er vertikal aufwärts gerichtet, kurz geblieben ist und auf seinem Scheitel sogleich wieder eine Conidie abschnürt, welche der ursprünglichen gleich, nur ein wenig kleiner ist. Werden Sporen in Wassertropfen auf gesunde Blätter ihrer Nährpflanzen gesäet, so zeigen alle meine drei Versuchspilze ein und dasselbe Verhalten. Die hier gekeimten Sporen lassen ihre feinen Keimschläuche, meist ohne Zweigbildung und ohne die anfängliche Richtung erheblich zu ändern, auf weite Strecken über

viele Epidermiszellen hinwachsen. Trifft die Spitze des Keimschlauches eine Spaltöffnung, so ändert sich meist das Wachsthum, indem der Faden unter kleinen Schlängelungen, oft auch unter dichotomer Verzweigung und netzförmiger Anastomosirung der Zweige die Schließzellen überspinnt (Fig. 108), auch in

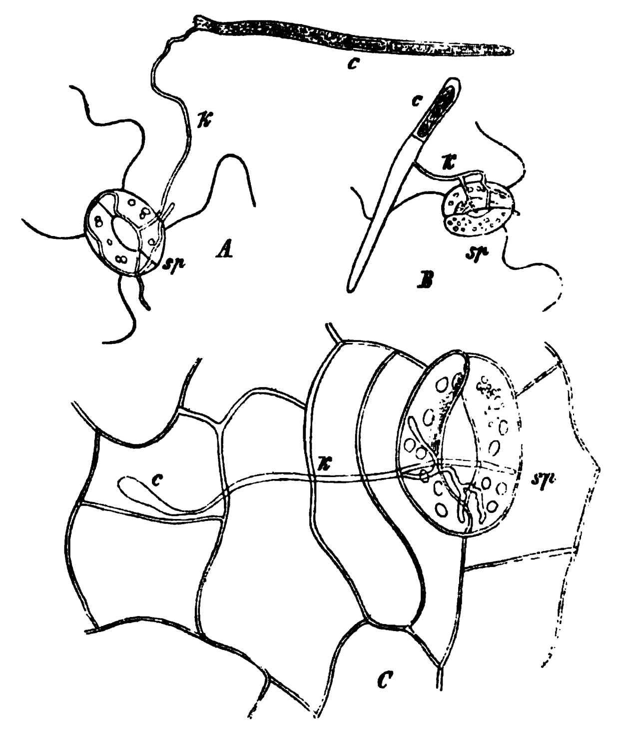


Fig. 108.

A und B Keimung der Sporen von Cercospora cana auf den Blättern von Erigeron canadensis. C Dasselbe von Ramularia obovata auf Rumex sanguineus. k Keimschlauch, welcher auf eine Spaltöffnung sp gelangt ist und dieselbe unter Verästelung überspinnt. 500fach vergrößert.

die Spalte sich einsenkt; und mitunter ist es deutlich, daß er durch die Athemhöhle ins Innere sich fortsetzt. Es macht den Eindruck als wenn die Pilzfäden schon auf den Schließzellen der Spaltöffnungen ernährt würden, und sie dann desto sicherer ins Innere wachsen könnten. Die Infection gesunder Blätter durch die Sporen gelingt leicht und sicher; nach kurzer Zeit treten an den besäeten Punkten der Blattfläche die charakteristischen Erkrankungen des Gewebes ein. Gesunde Pflanzen von Cerastium triviale von einem Standorte entnommen, wo der Pilz sich nicht zeigte, wurden in einen Topf gepflanzt und viele der ausgebildeten Blätter mit frischen Sporen von Isariopsis pusilla besäet, die Cultur dann unter einer Glasglocke gehalten.

Nach 13 Tagen zeigten bereits einige Sprosse die charakteristischen gelblich werdenden Flecken der Krankheit auf den Blättern; nach weiteren vier Tagen hatten von den so behandelten 18 Sprossen sechs mehr oder weniger zahlreiche Blattflecken bekommen, und an den letzteren waren auch schon die Isariopsis-Conidienträger hervorgebrochen. In weißem Quarzsand, der unzweifelhaft nichts von dem Pilze enthielt, ließ ich Samen von Cerastium triviale aufkeimen. Nachdem die Cotyledonen entfaltet waren, wurden sie ebenso mit Sporen besäet und dann unter Glasglocke gehalten. Nach zehn Tagen waren zahlreiche Keimpflänzchen erkrankt: die Cotyledonen welk, mehr oder minder entfärbt und meist mit einer Anzahl von Conidienträgern der Isariopsis besetzt. Nach weiteren drei Tagen waren die ergriffenen Keimpflänzchen fast ganz zu Grunde gegangen, während die übrigen vom Parasiten nicht ergriffenen, normal und gesund sich entwickelten. In derselben Weise wurden Isariopsis-Sporen, die von Cerastium arvense stammten, auf Sprosse erwachsener Pflanzen wie auch auf Keimpflanzen von C. triviale, also ein und derselbe Parasit von einer Nährspecies auf eine andere mit Erfolg übertragen. — Mit den Conidien von **Ramularia** obovata gelingt die Infection der Blätter von **Rumex** sanguineus sicher, gleichgültig ob die obere oder untere Seite des Blattes besäet wird und sowol an den Blättern eingewurzelter Pflanzen als auch an abgeschnittenen, mit dem Stiele in Wasser gestellten Blättern. Nach 10—14 Tagen treten die charakteristischen rothgesäumten kranken Flecken an den besäeten Stellen auf. Ist ein einzelnes größeres Stück des Blattes gleichmäßig mit Sporen betupft worden, so erscheinen nur auf diesem Stück viele dichtstehende Flecken, die früher oder später zusammenfließen. In den so erhaltenen Flecken war das Mycelium nachzuweisen. — Eine Anzahl halberwachsener gesunder Pflanzen von Erigeron canadensis wurde in einen Blumentopf gepflanzt; an zwei Individuen eine Anzahl Blätter der unteren Stengelhälfte mit reifen Sporen der Cercospora theils ober- theils unterseits besäet. Am 10. Tage nach der Aussaat zeigten sich die ersten Erkrankungen, am 17. Tage waren sämmtliche inficirte Blätter der Krankheit erlegen, alle übrigen Blätter und Individuen vollkommen gesund.

Perithecien der Blattfleckenpilze.

Die vollkommene Fruchtform dieser Pilze, Perithecien, welche der Gattung **Sphaerella** angehören, entwickeln sich meist erst nach vollständigem Absterben des Blattes, im Herbst oder Winter, während dieses auf dem Boden verwest. Es sind sehr kleine, kugelige Kapseln ohne deutliche Mündung, die in der Blattmasse eingesenkt sind, meist nur mit dem Scheiteltheile freiliegen; man erkennt sie mittelst der Lupe, wenn man das Blatt gegen das Licht hält, als dunkele Pünktchen. Das Perithecium schließt ein aus dem Grunde entspringendes Büschel von Sporenschläuchen ein, deren jeder 8 ei- oder keulenförmige, ungleich zweizellige, farblose Sporen enthält. Ein sicherer Nachweis, daß die in Rede stehenden Parasiten Entwickelungszustände von Sphaerella-Arten sind, liegt allerdings erst in ganz wenigen Fällen vor. Fuckel hat mehrfach aus dem bloßen Vorkommen einer Sphaerella auf derselben Nährspecies, auf welcher jene Conidienpilze auftreten, die Zusammengehörigkeit beider gefolgert. Dies ist aber um so unzulässiger, als Sphärellen auf faulenden Pflanzentheilen sehr verbreitete Pilze sind. Mehr Gewicht hat eine Bemerkung Kühn's auf der Etiquette der Cylindrospora evanida in Rabenhorst's Fungi europaei Nr. 2260, wo dieselbe bezeichnet wird als „die Conidienform eines Kernpilzes, dessen Perithecien sich bereits zu bilden beginnen, wenn die Conidienform voll entwickelt ist." Daß die Entwickelung

mit Perithecien abschließt, konnte ich unzweifelhaft ermitteln bei meinen künstlichen Infectionsversuchen der Blätter von Erigeron canadensis mit den Conidien von Cercospora cana. In den durch den Pilz erkrankten Blättern war das, wie oben beschrieben, leicht kenntliche Mycelium und an denselben die Hyphenknäuel in den Spaltöffnungen zu finden. Nur wenige dieser Knäuel hatten Conidienträger getrieben; die meisten derselben vergrößerten sich allmählig und schwärzten sich äußerlich, sie wurden zu Anfängen von Perithecien, welche schon bald nach dem Absterben des Blattes mittels der Lupe als zahlreiche kleine, schwarze Kügelchen in der Blattmasse sich kenntlich machten.

Verhütung der Blattflecken-krankheiten.

Die bis jetzt vorliegenden Kenntnisse über diese Pilze gestatten noch nicht die Verhütungsmaßregeln gegen diese Blattfleckenkrankheiten erschöpfend festzustellen. Nimmt man an, daß aus den Sporen der Perithecien im nächsten Jahre der Pilz zuerst sich wieder entwickelt, so würde eine sofortige Vernichtung des kranken Laubes, beziehendlich Strohes gerathen sein. Bei dem fördernden Einfluß, den feuchte Luft auf den Ausbruch der Conidienträger und auf die Keimung der Sporen und das Eindringen der Keimschläuche ausübt, wird alles das, was die Feuchtigkeit mindert, auch der Ausbreitung der Krankheit entgegenarbeiten.

Formen von Ramularia.

I. **Ramularia** *Ung.* Die Conidienträger erscheinen als niedrige, weiße Räschen aus den Spaltöffnungen; sie sind nur unmittelbar über dem sie tragenden Hyphenknäuel zu einem kurzen Bündel vereinigt, dann treten sie sogleich auseinander als einfache, kurze oben durch die Sporenansätze meist etwas zackige und knieförmig gebogene Hyphen. Diese Zacken oder Kniee erhalten sie durch die mehrmals wiederholte Sporenabschnürung. Die Conidie wird nämlich auf der Spitze abgeschnürt, worauf die letztere zur Seite ein Stück weiter wächst, um abermals eine Spore zu bilden, was sich immer wiederholt (Fig. 109). Die Conidien sind eirund bis länglich, zellig oder mit einer Querscheidewand versehen, farblos. Von den zahlreichen Pflanzen, an denen Blattfleckenkrankheiten mit Ramularia bekannt sind, seien hier nur einige der häufigeren erwähnt. Die Unterscheidungen sind zum Theil unsicher, da in der Beschaffenheit der Conidien oft bei einer und derselben Form große Verschiedenheiten sich zeigen.

Auf Gräsern.

1. Ramularia pusilla *Ung.* auf mißfarbenen Flecken der Poa nemoralis, mit ovalen, einzelligen Sporen. Wohl identisch ist R. pulchella *Ces.* auf Dactylis glomerata.

Auf Rumex.

2. R. obovata *Fuckel* (Fig. 109 A), auf mißfarbigem oder gebräunten purpurroth gesäumten, mäßig großen, aber oft in großer Zahl vorhandenen Flecken der Blätter von Rumex-Arten, besonders R. crispus und sanguineus, vom Frühjahr bis Herbst. Sporen einzellig, verkehrt eiförmig-länglich. Fuckel hält diesen Pilz für den Conidienzustand der Sphaerella Rumicis *Fuckel,* die in abgestorbenen Blättern vorkommt; aber ein Beweis dafür ist nicht gegeben.

Auf Polygonum.

3. R. Bistortae *Fuckel* (Fig. 109 B, C), auf Polygonum Bistorta, zahlreiche

kleine, braune, von einem gelben Hofe umgebene Flecken bildend, die unterseits durch die zahlreichen Pilzräschen weiß bestäubt erscheinen. Diese sind durch ihre sehr abweichende Form ausgezeichnet: ziemlich lang, einfach und fast genau regelmäßig und zierlich spiralig gewunden, ähnlich den Fäden

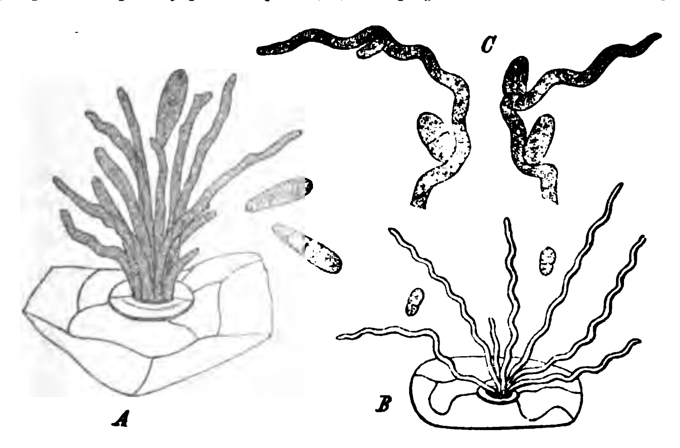


Fig. 109.

Conidienträgerbüschel von Ramularia. A Ramularia obovata *Fuckel*, aus einer Spaltöffnung des Blattes von Rumex sanguineus hervorgewachsen, nebst einigen abgefallenen Sporen. 300fach vergrößert. B. Ramularia Bistortae *Fuckel.* Conidienträgerbüschel aus einer Spaltöffnung des Blattes von Polygonum Bistorta hervorgewachsen, nebst einigen abgefallenen Sporen. 100fach vergrößert. C Abschnürung der Sporen an den Conidienträgern von R. Bistortae; 300fach vergr.

eines Spirillum. Jede Spiralwindung entspricht einem Sporenansatz, indem der Faden um die Spore seitlich in einem Bogen weiter wächst. Sporen ein- oder zweizellig, eiförmig. Von Fuckel im Rheingau, von mir auf dem Kamme der Sudeten, desgleichen auf Polygonum viviparum im Kapruner Thal auf den hohen Tauern in der Region der Alpenrosen gefunden (auf dieser Pflanze wohl schon von Unger[1]) in den Alpen beobachtet und Cylindrospora Polygoni genannt; wahrscheinlich ist auch Dactylium spirale *Berk. et White,* welches in England auf Polygonum vipiparum gefunden wurde, dasselbe. Dagegen fand ich auf dem Brocken an Polygonum Bistorta eine von der Ramularia obovata kaum verschiedene Form, auch die Flecken größer und röthlich gesäumt.

Auf Urticaceen.

4. R. Urticae *Ces.*, (Oïdium fusisporioïdes *Fr.*, unter welchem Namen früher auch noch manche der folgenden Arten gingen) auf Urtica dioica: Sporen ellipsoïdisch bis cylindrisch. R. Parietariae *Passer.* auf Parietaria ist ähnlich.

Auf Campanula.

5. R. macrospora *Fres.*, auf großen, hellbraunen Blattflecken von Campanula-Arten; Sporen eiförmig bis länglich, ein- oder zweizellig.

[1]) Exantheme. Wien 1833. pag. 169.

Auf Senecio. 6. R. filaris *Fres.*, auf Senecio nemorensis. Conidienträger nach oben oft in dünnere Fortsätze auswachsend; Sporen länglich oder fast cylindrisch, meist zweizellig.

Auf Labiaten und Scrofularineen. 7. R. Lamii *Fuckel* auf Lamium amplexicaule, R. microspora *Thüm.* auf Teucrium Chamaedrys, R. variabilis *Fuckel* auf Verbascum und Digitalis, R. Veronicae *Fuckel* auf Veronica hederaefolia sind ähnliche Formen. R. ovata *Fuckel* auf Salvia pratensis, mit eiförmigen Sporen.

Auf Symphytum. 8. R. calcea *Ces.*, auf braunen Blattflecken von Symphytum officinale. Sporen eiförmig, einzellig.

Auf Viola. 9. R. Violae *Fuckel*, auf weißlichen, braungesäumten Blattflecken von Viola hirta. Sporen cylindrisch, einzellig. Identisch ist vielleicht Fusisporium lacteum *Desm.* auf Viola odorata.

Auf Meerrettig. 10. R. Armoraciae *Fuckel*, auf Blättern des Meerrettigs. Sporen länglich eiförmig, einzellig.

Auf Ranunculus und Helleborus. 11. R. didyma *Ung.*, auf Ranunculus repens und anderen Arten. Sporen eiförmig, zweizellig, in der Mitte eingeschnürt. R. Hellebori *Fuckel* auf Helleborus foetidus, mit cylindrischen, einzelligen Sporen.

Auf Geranium. 12. R. Geranii *Fuckel*, auf Geranium pusillum, mit cylindrischen, zweizelligen Sporen.

Auf Malva. 13. R. Malvae *Fuckel*, auf Malva rotundifolia. Sporen spindelförmig, meist schwach gekrümmt, einzellig.

Auf Philadelphus. 14. R. Philadelphi *Saccardo*, auf Philadelphus coronarius. Sporen cylindrisch-spindelförmig.

Auf Spiraea. 15. R. Ulmariae *Cooke*, auf Spiraea ulmaria. Sporen cylindrisch, einzellig.

Auf Vicia. 16. B. Viciae n. sp., auf sich bräunenden Blattflecken von Vicia tenufolia; Conidienträger bogig aufsteigend, einfach, oben durch einige Sporenansätze gezähnelt. Sporen fast kugelrund, am Grunde mit Papille, einzellig. Bei Dresden.

Auf Kartoffeln. 17. Auf lebenden Kartoffelblättern fand Caspary[1]) im Sommer 1855 bei Berlin einen Pilz, den er Fusisporium concors *Casp.* genannt hat, der aber nach der gegebenen Beschreibung und Abbildung eine Ramularia sein muß, da er die für diese charakteristischen aus den Spaltöffnungen tretenden Büschel von Conidienträgern zeigt; auch wird von ihm ein endophytes Mycelium angegeben.

Formen von Cercospora. II. Cercospora *Fres.* Diese Formen lassen sich von den vorigen nicht bestimmt abgrenzen, denn der einzige Unterschied, wonach die Sporen nach oben mehr oder weniger lang, schwanzartig ausgezogen, daher verkehrt keulenförmig und meist mit zwei oder mehreren Querscheidewänden versehen sind, läßt viele Uebergänge zu. Die Conidienträger sind entweder farblos oder braun. Die Unterscheidung von Arten ist hier wiederum sehr problematisch. Es ist möglich, daß gewisse Formen bald als Ramularia bald als Cercospora bezeichnet worden sind. Eine genauere Prüfung der vielen neuerdings aufgestellten Arten ist ein Bedürfniß.

Auf Majanthemum. 1. Cercospora Majanthemi *Fuckel*, auf großen verbleichenden Blatt-

[1]) Monatsber. d. Berliner Akad. 1855, pag. 314, Fig. 19—20.

flecken von Majanthemum bifolium; an der Unterseite derselben die zahlreichen schwarzgrünen Conidienträgerbüschel, die aus aufrechten, gebogenen, braunen Hyphen bestehen; Conidien cylindrisch, oft gekrümmt, mit vielen Scheidewänden, braun.

Auf Spargel.

2. C. Asparagi *Saccardo*, in Italien auf den grünen Zweigen des Spargels graue Flecken bildend. Fäden der Conidienträger sehr lang, geschlängelt, braun; die Sporen verkehrt keulenförmig, langzugespitzt, 7- bis 8 fach septirt, farblos.

Auf Yucca.

3. C. concentrica *Cooke et Ellis*, in grauen Flecken auf den Blättern von Yucca filamentosa. Sporen cylindrisch, 3- bis 5 fach septirt.

Auf Runkelrüben, Chenopodium ꝛc.

4. C. Chenopodii *Fres.*, auf verbleichenden Flecken der Blätter von Chenopodium. Conidienträgerbüschel an der Basis bräunlich; Sporen cylindrisch, oft gekrümmt, mit 3—5 Scheidewänden, farblos. Damit wahrscheinlich identisch ist Ramularia dubia *Riess* auf Atriplex. Aehnlich ist Cercospora beticola *Saccardo* auf Beta Cicla. — Dagegen ist ein in den Rabenhorst'schen Exsiccaten unter dem Namen Fusarium Betae *Rabenh.* ausgegebener Pilz, wiewohl er eine Cercospora zu sein scheint, abweichend. Er bildet auf zahlreichen kleinen, mißfarbigen, rothgesäumten Flecken der Runkelrübenblätter dunkle Polsterchen von kurzen sporenabschnürenden Fäden. Die Polsterchen kommen aber nicht aus den Spaltöffnungen, brechen oft unmittelbar neben einer solchen durch die Epidermis hervor. Die Sporen sind sehr lang, stabförmig oder verkehrt keulenförmig, farblos, mit mehreren Querscheidewänden.

Fig. 110.

Conidienträgerbüschel von Cercospora cana *Saccardo*, auf Erigeron canadensis. Durchschnitt durch die Epidermis an einer Spaltöffnung, unter welcher das Mycelium einen Fadenknäuel p gebildet hat, aus welchem das Fruchthyphenbüschel durch die Spaltöffnung hervorsproßt. Bei s Conidienabschnürung. Daneben reife Conidien. 300 fach vergr.

Auf Artemisia.

5. C. ferruginea *Fuckel* auf mißfarbigen Flecken von Artemisia vulgaris, die unterseits durch den Pilz rostbraun gefärbt sind. Die Fäden der Conidienträger sind sehr lang, etwas ästig, braun, die Conidien verlängert-keulenförmig, mit mehreren Scheidewänden, braun.

Auf Calendula und Solidago.

6. C. Calendulae *Saccardo*, runde, graue, braungesäumte Flecken auf Calendula officinalis bildend. Fäden der Conidienträger blaßbraun, Sporen verkehrt keulen- oder stabförmig, 3- bis 5 fach septirt, farblos. Aehnlich ist C. fulvescens *Saccardo* auf kleinen Blattflecken der Solidago virgaurea.

Auf Erigeron.

7. C. cana *Saccardo*, auf braun sich färbenden Blättern von Erigeron canadensis, die meist auf der ganzen Unterseite durch die farblosen Conidienträger weißlich erscheinen. Die Fäden ziemlich kurz, oben durch die Sporenansätze höckerig; Sporen fast cylindrisch, mit 3—4 Scheidewänden, farblos.

Auf Ecballium.

8. C. Elaterii *Passer.*, auf runden trockenen Blattflecken von Ecballium Elaterium, die oberseits die schwarzen Räschen der Conidienträger zeigen. Sporen farblos, mit wenigen Scheidewänden.

Auf Phyteuma.

9. C. Phyteumatis n. sp., auf schwarzen, in der Mitte weißen Blatt-

flecken von Phyteuma spicatum, unterseits die weißen Conidienträgerbüschel, mit linealischen, meist 2- bis 3fach septirten, farblosen Sporen.

Auf Sambucus und Viburnum.

10. C. penicillata *Fres.* (Passalora penicillata *Ces.*, Exosporium depazeoides *Desm.*, Cercospora depazeoides *Saccardo)*, auf weißlichen Blattflecken von Sambucus nigra, welche auf der Oberseite durch die dunklen Bündel der Conidienträger schwarz punktirt sind. Diese sind schlank, fast pinselförmig. Sporen fast fadenförmig, mit 3—6 Scheidewänden, farblos. Eine ähnliche Form auf Viburnum Opulus.

Auf Datura.

11. C. crassa *Saccardo,* auf Datura Stramonium; Conidienträger braun, Sporen lang, fadenförmig zugespitzt, 2- oder 3fach septirt, braun.

Auf Meerrettig.

12. C. Armoraciae *Saccardo,* auf mißfarbigen Blattflecken des Meerrettigs in schwarzen Räschen ausbrechend; Conidien stabförmig, mehrfach septirt. Andere Formen auf Nasturtium aquaticum und Cheiranthus Cheiri.

Auf Capparis.

13. C. Capparidis *Saccardo,* auf runden, hellen, braungesäumten Flecken von Capparis spinosa. Conidienträgerbüschel bräunlich; Sporen fast cylindrisch, 2- bis 3fach septirt, farblos.

Auf Reseda.

14. C. Resedae *Fuckel,* auf trockenen Blattflecken der Reseda odorata, braune Conidienträgerbüschel bildend, Sporen fast cylindrisch, 4- bis 5fach septirt, farblos.

Auf Viola.

15. C. Violae *Saccardo,* auf rundlichen, bleichen Blattflecken von Viola odorata; Conidienträger kurz, braun, Sporen sehr lang, stabförmig, vielgliederig, farblos.

Auf dem Weinstock.

16. C. vitis *Sacc.* (Cladosporium viticolum *Ces.*, Cladosporium ampelinum *Passer.*, Helminthosporium vitis *Pirotta)*, am Weinstock. Auf beiden Seiten der braunen Blattflecken stehen schlanke Büschel brauner unverzweigten Fäden; Sporen verkehrt keulenförmig, mit mehreren Querscheidewänden versehen, nach oben mehr oder weniger in einen schwanzförmigen Fortsatz verlängert, braun. Mit diesem Pilz ist wol als identisch zu betrachten derjenige, den Fuckel[1]) als Conidienform von Spharella vitis *Fuckel* beschreibt. F. v. Thümen[2]) führt zwar diesen besonders auf unter dem Namen Septosporium Fuckelii *Thüm.* Der Unterschied ist aber eigentlich nur der, daß F. v. Thümen bei Cercospora vitis die Spore umgekehrt stehen läßt, so daß der Schwanz der Stiel wäre. Nun finde ich aber gerade an den von Saccardo ausgegebenen Exemplaren seines Pilzes die Sporen so wie beim Fuckel'schen Pilz stehen, der vermeintliche Stiel ist die Spitze. Was aber die behauptete Zugehörigkeit dieser Conidienträger zu Sphaerella vitis *Fuckel* (Sphaeria vitis *Rabenh.)* betrifft, einem Pyrenomyceten, dessen Perithecien an dürren Weinblättern gefunden werden, so hat jedenfalls F. v. Thümen Recht, daß dies zunächst nur auf Vermuthung beruht[3]).

Außer diesem Pilze werden als an kranken Blattflecken des Weinstockes vorkommend noch mehrere Conidienformen beschrieben, von denen es ebenfalls nicht ermittelt ist, ob sie die Ursache der Blattflecken sind und ob sie zu jenem in irgend einer Beziehung stehen. Da sie überdies ganz ungenügend beschrieben

---

[1]) l. c. pag. 104.

[2]) Pilze des Weinstockes, pag. 172.

[3]) An diesem Urtheil vermag auch eine Abhandlung von Hazslinszky über Sphaeria vitis *Rabenh.* nichts zu ändern, so weit wenigstens aus dem deutschen Referate über dieselbe in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 180 zu ersehen ist.

sind, so ist es gleichgültig, wo sie erwähnt werden. Sie mögen deshalb im Anschluß an den vorigen Pilz hier kurz genannt werden. a) Cladosporium Rösleri *Cattan.* (Cladosporium pestis *Thüm.*), dem vorigen Pilze ziemlich ähnlich, aber die Conidienträger bilden nur dünne Bündel, sind ziemlich kurz und schnüren an der Spitze cylindrische, einzellige, seltener mit einer oder zwei Querwänden versehene Sporen ab. Die Flecken, die dieser Pilz bewohnt, sollen nur klein sein, später sich wenig vergrößern, daher einigermaßen dem schwarzen Brenner (pag. 608) ähneln, mit welchem Namen nach F. v. Thümen[1]) dieselben in Niederösterreich auch bezeichnet werden sollen. b) Septocylindrium dissiliens *Saccardo* (Torula dissiliens *Duby*), dem vorigen sehr ähnlich und vielleicht nur ein anderer Entwickelungszustand desselben, ebenfalls kurze einfache Conidienträger, welche dünne braune Räschen bildend cylindrische oder keulenförmige, olivenbraune Sporen mit meist je 3 Scheidewänden abschnüren[2]). In Oberitalien. c) Dendryphium Passerinianum *Thüm.*, mit aufrechten, ziemlich kurzen, gegliederten Conidienträgern, die an der Spitze mehrere aus rosenkranzförmig gereihten, kugelig-elliptischen Sporen bestehende Aeste haben, von dunkel olivenbrauner Farbe[3]). In Oberitalien. d) Graphium clavisporum *Berk et Curt.* Conidienträger aufrecht, schwarz, aus mehreren zusammenhängenden Hyphen bestehende Stiele bildend, an der Spitze mit einem Sporenköpfchen; die Sporen meist cylindrisch, mit mehreren Scheidewänden[4]). In Nordamerika.

17. Passalora bacilligera *Fr.* (Cladosporium bacilligerum *Mont.*), auf braunen Blattflecken von Alnus glutinosa, unterseits schwarze Conidienträgerbüschel bildend, deren Sporen verkehrt keulenförmig, nur mit einer Querscheidewand versehen sind. — Auf Alnus.

18. C. nebulosa *Saccardo*, auf länglichen, grauen Flecken des Stengels von Althaea rosea; Conidienträger braun, Sporen stabförmig, 5- bis 6 fach septirt, farblos. In Oberitalien. — Auf Althaea.

19. C. Apii *Fres.*, auf braunen Blattflecken von Apium graveolens und Petroselinum sativum, braune Conidienträgerbüschel bildend, Sporen verkehrt keulenförmig, mit lang ausgezogener Spitze und 3 bis zahlreichen Scheidewänden, farblos. Aehnlich ist Passalora polythrincioides *Fuckel* (Cladosporium depressum *Berk. et Br.*) auf Angelica sylvestris und Imperatoria Ostruthium, aber mit kürzeren Conidienträgern und größeren Sporen. — Auf Umbelliferen.

20. C. Rubi *Saccardo*, auf großen Blattflecken von Rubus kleine dunkle Conidienbüschel, mit stabförmigen, nach oben verdünnten, mehrfach septirten Sporen. In Oberitalien. — Auf Rubus.

21. C. Ariae *Fuckel*, auf gelben Blattflecken von Sorbus Aria, unterseits weiße Conidienträger, mit spindelförmig-cylindrischen, gekrümmten, 1- bis 3 fach septirten Sporen. — Auf Sorbus.

22. C. persica *Saccardo*, auf den Blättern von Persica vulgaris, unterseits weiße Conidienträgerbüschel bildend, mit cylindrischen farblosen Sporen. Dagegen hat C. circumscissa *Saccardo* dunkele Büschel mit nadelförmigen, bräunlichen Sporen. Beide in Oberitalien. Auf Pfirsichen und Mandelbäumen sollen nach Passerini Blattflecken, in Folge deren schon die jungen — Auf Pfirsich- und Mandelbäumen.

---

[1]) l. c. pag. 169.
[2]) F. v. Thümen, l. c. pag. 175.
[3]) l. c. pag. 176.
[4]) l. c. pag. 177.

Blätter abfallen, durch ein Sporidesmium Amygdalearum *Passer.* veranlaßt werden, welches schwarze Büschel bildet und ellipsoidische oder verkehrt eiförmige, 3- bis 5fach septirte Sporen hat. Ob dieser Pilz wirklich vom vorigen verschieden ist, bleibe dahin gestellt.

Auf Trifolium.

23. C. zebrina *Passer.*, auf schwarzen, wie ein Querband von der Mittelrippe zum Blattrande laufenden Flecken von Trifolium medium. Sporen sehr lang, mehrfach septirt.

Auf Anthyllis.

24. C. radiata *Fuckel*, auf braunen Blattflecken von Anthyllis vulneraria, schwarze Conidienträgerbüschel bildend, mit fast cylindrischen, 3- bis 5fach septirten, farblosen Sporen.

Scolecotrichum graminis.

III. Scolecotrichum *Kze.* Die Conidienträger sind sehr zahlreich zu einem dichten Büschel vereinigt, kurz, aufrecht, braun, nicht oder wenig septirt, eigenthümlich höckerig hin- und hergekrümmt, und bilden an der Spitze einige oder wenige ellipsoidische, zweizellige, blaßbraune Sporen.

Scolecotrichum graminis *Fuckel* verursacht an verschiedenen Gräsern eine Krankheit, bei welcher schon während der Blütezeit oder noch früher die Blätter schnell auf größeren Strecken, bisweilen total, sich entfärben und endlich vollständig ausbleichen oder bräunlich werden und vertrocknen und wobei auf den völlig ausgebleichten Stellen nach kurzer Zeit viele äußerst feine, mit unbewaffnetem Auge noch deutlich erkennbare, tiefschwarze, bisweilen in Längsreihen geordnete Pünktchen auftreten, und die noch grünen Theile der kranken Blätter nicht selten sich röthen. Schon bei der ersten Spur der Erkrankung, die in einem Gelbfleckigwerden besteht, findet man in den kranken Stellen Myceliumfäden in den Intercellulargängen des Gewebes. In den Mesophyllzellen sind hier an die Stelle des Chlorophylls gelbe ölartige Körnchen oder größere Kugeln getreten. Unter den Spaltöffnungen verflechten sich die Pilzfäden in Menge zu einem Polster von Conidienträgern, welche durch die Spaltöffnung hervorbrechen, später auch die Epidermis im Umkreise emporheben. Erst nach dem Ausbruche färben sich die kleinen Polster dunkelbraun; es sind die erwähnten schwarzen Pünktchen. Die Conidienträger haben die oben beschriebene Beschaffenheit. Die in trockenen Blättern im Herbst vorkommende Sphaeria recutita *Fuckel* soll nach Fuckel[1]) der Perithecienzustand dieses Pilzes sein, doch ist ein Nachweis dieses Zusammenhanges nicht erbracht. Der Pilz scheint weit verbreitet zu sein. Fuckel fand ihn im Rheingau, ich in verschiedenen Gegenden Sachsens auf Poa trivialis, Anthoxanthum odoratum, Alopecurus pratensis. Auf dem Kamme des Riesengebirges an Phleum alpinum und auf den Alpen an Poa minor fand ich den Pilz in einer abweichenden Sporenform, mit verkehrt keulenförmigen, also ungleich zweizelligen Sporen, die als Scolecotrichum alpinum unterschieden werden mag.

Aehnliche Formen sind von Fuckel[2]) auf lebenden Blättern anderer Pflanzen gefunden worden, so Scolecotrichum ochraceum auf Phyteuma nigrum, Scolecotrichum deustum auf Orobus tuberosus.

Isariopsis pusilla.

IV. Isariopsis *Fres.* Diese Gattung hat mit Ramularia das endophyte Mycelium und die Entwickelung der Conidienträger auf Hyphenknäueln,

---

[1]) l. c. pag. 107.

[2]) l. c. pag. 357.

die in den Athemhöhlen der Spaltöffnungen sich bilden, gemein;[1]) aber hier erhebt sich das Bündel der Conidienträger als ein dicker und hoher Stamm, welcher aus zahlreichen, der Länge nach parallel und dicht aneinander liegenden Hyphen besteht, deren obere Enden in verschiedenen Höhen des Stammes ruthenförmig sich abzweigen theils als isolirte Hyphen, theils als dünnere Hyphenbündel, die sich dann erst in einzelne Hyphen trennen, so daß der Conidienträger an die Pilzgattung Isaria erinnert. Alle diese Hyphenzweige haben aber den Charakter der einfachen Conidienträger von Ramularia; sie zeigen dieselben höckerigen Enden und dieselben länglichrunden, an der etwas eingeschnürten Mitte mit meist einer Querscheidewand versehenen, farblosen Sporen.[2])

Hierher gehört Isariopsis pusilla *Fres.* (Phacellium inhonestum *Bonord.*) auf Cerastium triviale und arvense in Deutschland zienlich verbreitet, auf Stellaria nemorum von mir im Riesengebirge gefunden. Sie kann an allen grünen Theilen, selbst die Kelchblätter nicht ausgenommen, und auch schon an den Keimpflanzen auftreten und bewirkt Bleich- und Trockenwerden der Theile, auf denen dann die weißen Conidienträger, vorwiegend auf der Unterseite der Blätter erscheinen. Ueber Entwickelung des Pilzes und Infection s. oben pag. 595. Fuckel hält diesen Pilz für einen Entwickelungszustand der Sphaerella Cerastii *Fuckel.*, deren Perithecien auf abgestorbenen Theilen von Cerastium vorkommen. Einen Beweis dafür hat er nicht erbracht. Ich habe vielfach und zu allen Jahreszeiten die durch den Pilz getödteten Pflanzen nach diesen Perithecien durchsucht, aber immer vergebens.

Mit Isariopsis nahe verwandt scheinen einige auf Blattflecken beobachtete Conidienträgerformen zu sein, die als Stysanus bezeichnet worden sind, worunter man stielförmige, aus vielen parallelen Hyphen zusammengesetzte, dunkel gefärbte Körper versteht, die an der Spitze durch die abgeschnürten Sporen bestäubt sind. Fuckel[3]) hat einen Stysanus pusillus an kranken Blättern von Stellaria media und einen Stysanus pallescens auf solchen von Stellaria nemorum beschrieben und hält beide, ohne einen Beweis zu geben, für Entwickelungszustände von Sphaerella-Arten. Ebenfalls auf kranken Blattflecken ist an Veronica longifolia ein Stysanus Veronicae *Passer.* beschrieben worden.

Formen von Cylindrospora.

V. Cylindrospora *Grev.* Die Conidienträger sind hier auf das äußerste reducirt, so das eigentlich nur die Sporenbüschel aus den Spaltöffnungen als kleine weiße Häufchen hervorbrechen, wie es bereits Unger[4]) beschrieben hat. Gewöhnlich treten sie an der Unterseite der Blätter auf. Die Sporen sind cylindrisch, einzellig oder wol auch in der Mitte mit einer Scheidewand, richten sich gewöhnlich über der Spaltöffnung strahlenförmig auseinander und häufen sich, indem immer mehr daraus hervorkommen zu einem Häufchen an. Zugleich hängen sie oft

[1]) Vergl. Frank, Bot. Zeitg. 1878, pag. 626—627.
[2]) Fresenius, Beitr. z. Mykologie, pag. 87. Taf. XI. Fig. 18—28.
[3]) l. c. pag, 101 und 102.
[4]) Exantheme, pag. 166.

kettenförmig in gebrochenen Reihen zusammen. Die erste Spore treibt nämlich an ihrer Spitze einen Fortsatz, der sich als eine zweite Spore abgrenzt, und an dieser kann sich dasselbe wiederholen. Die Unterscheidung in Arten ist bei den geringen Unterschieden der Sporenbildung sehr unsicher. Die zuerst von Greville[1]) aufgestellte Art Cylindrospora concentrica *Grev.* hat Unger (l. c.) nicht nur auf mehreren anderen Nährpflanzen angegeben, sondern Derselbe hat auch noch einige andere Arten benannt; allein darunter befinden sich auch mehrere nicht hierher gehörige Pilze. Ferner ist es kaum zweifelhaft, daß von manchen älteren Mykologen hierhergehörige Pilze in die Gattung Fusidium *Link* gestellt worden sind, wo vielmehr saprophyte Pilze anderen Verhaltens hingehören. Als zuverlässig dürfte die Betheiligung von Cylindrospora an Blattfleckenkrankheiten in folgenden Fällen gelten.

. concentrica verschiedenen Kräutern.

1. Cylindrospora concentrica *Grev.* (Fusidium cylindricum *Corda*, Oïdium fusisporioides *Desm.*, Cylindrium Cordae *Saccardo*), bildet bald kreisrunde begrenzte Flecken, bald ist sie über die ganze Unterseite des Blattes verbreitet, die dann durch die Sporen weiß bestäubt erscheint; an **Brassica oleracea, Lampsana communis, Lactuca muralis, Centaurea phrygia, Tussilago alpina, Glechoma hederacea, Scrophularia nodosa, Acorus Calamus** von Unger beobachtet.

uf Aconitum.

2. C. crassiuscula *Ung.*, auf Aconitum Teliphonum, durch kürzere und dickere Sporen unterschieden.

. major auf verschiedenen Kräutern.

3. C. major *Ung.*, mit größeren Sporen als die erste, auf Senecio Jacobaea; außerdem von Unger angegeben auf Petasites, Symphytum, Phyteuma, Campanula rapunculoides und Rumex nemolapathum, wobei es jedoch zweifelhaft bleibt, ob darunter nicht auch Ramularia-Formen sind.

uf Veronica.

4. C. nivea *Ung.*, mit schneeweißen Sporenhäufchen auf **Veronica Beccabunga.**

uf Epilobium.

5. Fusidium punctiforme *Schlechtend.*, auf braunen, trockenen, blutroth gesäumten Blattflecken von Epilobium montanum.

uf Geranium.

6. Fusidium Geranii *Westend.*, auf dürr werdenden Blattflecken von Geranium pusillum und pratense, ist nach Tulasne[2]) eine hierher gehörige Conidienträgerform und soll später unter der Epidermis eingesenkte Perithecien (Stigmatea Geranii *Tul.*) bekommen. Vielleicht mit der oben erwähnten Ramularia Geranii *Fuckel* identisch.

Auf Adoxa.

7. C. Fusidium Adoxae *Rabenh.* auf Blättern von Adoxa moschatellina, von Fuckel gemeinschaftlich mit Spermogonien (Septoriaform) gefunden.

uf Gentiana.

8. Cylindrospora evanida *Kühn*, auf gelbraun werdenden Blattflecken der Gentiana asclepiadea zuerst von Kühn[3]) auf dem Riesengebirge, von mir auch in den bairischen Alpen gefunden. Die Anfänge der Perithecien erscheinen nach Kühn bald nach den Conidienträgern.

f verschiedenen deren Kräutern.

9. Andere Formen, die vielleicht von manchen der vorerwähnten nicht verschieden sein mögen, beobachtete ich an **Anthriscus sylvestris, Chaerophyllum hirsutum, Astrantia major, Rumex arifolius, Sagittaria sagittaefolia.**

---

[1]) Crypt. scot. I. Heft 4, Taf. 27.

[2]) Fungor. Carpologia. II. pag. 290.

[3]) Rabenhorst, Fungi europaei No. 2260.

10. Bei der Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter, wo auf den weißen, dunkelroth gesäumten Flecken gewöhnlich Spermogonien (Ascochyta Fragariae) auftreten, hat Tulasne[1]) auch Conidienträger von der Form der Cylindrospora beobachtet. An den älteren verwesenden Blättern hat Derselbe im Winter eine andere Form von Conidienträgern und mit diesen zusammen Perithecien gefunden. Erstere entsprechen der Gattung Graphium, d. h. es sind stielförmige, dunkel gefärbte Körper, die aus vielen parallel verwachsenen Hyphen bestehen, welche oben pinselförmig auseinandertreten und Ketten elliptischer, einfacher Sporen abschnüren. Die in der Blattmasse eingesenkten Perithecien, von Tulasne als Stigmatea Fragariae *Tul.* bezeichnet, sind vielleicht richtiger Sphaeria Fragariae *Fuckel* zu nennen. Ob nun aber diese auf den faulenden Blättern gefundenen Pilze, wie Tulasne annimmt, mit jenem Schmarotzer der Blattflecken zusammengehören, ist keineswegs erwiesen. Fuckel[2]) will statt des Graphium eine andere wenn auch ähnliche Form von Conidienträgern, einen Stysanus, gefunden haben. Auch er sieht die Perithecien als Organe des Parasiten an, ohne dies näher zu begründen.

Auf Erdbeeren.

V. Mastigosporium.

In diese Gattung gehört ein Parasit, welcher wegen seiner abweichenden Beschaffenheit nicht mit unter die vorige Gruppe von Krankheiten zu rechnen ist und daher hier besonders aufgeführt werden mag.

Mastigosporium album auf Gräsern.

Mastigosporium album *Riess.* Auf den Blättern und Blattscheiden von Alopecurus pratensis und agrestis finden sich nicht selten schwarzbraune, in die Länge gezogene Flecken, die bisweilen noch von einem mehr oder weniger deutlichen vergelbten Hofe umgeben sind und oft auf ihrer etwas bleicheren Mitte eine weiße strichförmige Stelle haben. Der Flecken hat auf beiden Blattseiten dieselbe Beschaffenheit. Das weiße Häufchen besteht aus den Sporen des genannten Pilzes. Diese sind länglich, farblos, 0,045—0,05 Mm. lang, mit 3—4 Querwänden und am Scheitel mit 1, 2 oder 3 borstenförmigen Anhängen versehen, welche die Länge der Spore erreichen können. Jede Spore sitzt an der Oberfläche des Blattes auf einem kurzen, dicken, farblosen Stielchen, welches von den Myceliumfäden entspringt, die nicht nur auf der Oberfläche der Epidermis wachsen, sondern auch durch dieselbe ins Innere des Blattes zu verfolgen sind. Das Gewebe ist hier in der ganzen Dicke des Blattes gebräunt, offenbar in Folge der Wirkung des Parasiten. Im höheren Gebirge fand ich den Piz seltsamer Weise ohne den Borstenanhang, sowol im höchsten Theile des Erzgebirges an Alopecurus pratensis, als auch auf dem Brocken an Calamagrostis Halleriana, wo er ebensolche Flecken erzeugt. Ob dies ein specifischer Unterschied ist, kann ich nicht sagen; eine sonstige Abweichung besteht nicht.

VI. Blatt- und Fruchtflecken mit conidientragendem Stroma von Gloeosporium-artigen Formen.

Die folgenden auf kranken Flecken von Blättern und Früchten vorkommenden conidientragenden Pilze haben ein unbedeutendes, dünnes, in

Character dieser Pilze.

---

[1]) l. c. pag. 288. Taf. XXXI.

[2]) l. c. pag. 108.

der Substanz des Pflanzentheiles liegendes, ziemlich helles Stroma, welches nach Zerstörung oder Durchbruch der Epidermis seine durch Abschnürung entstehenden hellen Sporen hervortreten läßt, und somit dem Typus der Gattung Gloeosporium entspricht.

Schwarzer Brenner der Reben, Anthracnose.

I. Die Schwindpocken, der schwarze Brenner oder das Pech der Reben oder die Anthracnose. Bei dieser Krankheit des Weinstockes bilden sich auf allen grünen Theilen, Blättern, Blattstielen, Internodien und Ranken sowol wie Beeren braune, etwas vertiefte, mit einem dunkleren, wulstigen Rande versehene Flecken, welche zuerst ganz klein sind und allmählig an Umfang zunehmen, wobei sie gewöhnlich im Umriß abgerundete Ausbuchtungen mit spitzen Winkeln dazwischen zeigen, wie ein Geschwür weiter fressend. Die braune Mitte ist vollständig abgestorben und geht durch die ganze Dicke des Blattes, so daß dieses endlich durchlöchert werden kann. Auf den Blättern treten die Flecken bisweilen in großer Anzahl auf; dann schrumpft das Blatt bald zusammen, bräunt sich und verdirbt. Erscheinen die Flecken an den Spitzen junger Triebe, so werden diese sammt den daran sitzenden jungen Blättern schnell zerstört, schrumpfen und sehen schwarz, wie verbrannt aus. Schon fester gewordene Triebe widerstehen zwar länger, aber die Flecken fressen hier nicht nur im Umfange weiter, sondern das Gewebe wird auch bis an das Holz cariös, und dann sterben die Stengel endlich auch ab. Ebenso können die Beerenansätze durch die Krankheit zerstört werden.

Ob es bei den vielen Nachrichten, die in den letzten Jahren über die Rebenkrankheit obigen Namens veröffentlicht worden sind, sich immer um dieselbe Krankheit gehandelt hat, ist zweifelhaft. Diejenige aber, welche nach Meyen[1]) schon in den 30er Jahren überaus verderblich in den Gärten in der Nähe von Berlin auftrat, und die von diesem Forscher unter dem Namen Schwindpocken umständlich behandelt worden ist, stimmt nach den beschriebenen Symptomen und nach den Angaben über den dabei gefundenen Pilz so überein mit derjenigen Krankheit, welche neuerdings de Bary[2]) untersucht hat, daß sich kaum an der Identität zweifeln läßt. In den letzten Jahren ist man beinahe in allen weinbauenden Ländern auf die Krankheit aufmerksam geworden. Auch in Nordamerika kennt man seit Jahren unter dem Namen black rot (schwarze Fäule) eine Rebenkrankheit, die de Bary für identisch mit der europäischen hält. Durch den Vorstand des technischen Bureau des deutschen Weinbauvereins, Herrn Dahlen, erhielt ich eine Probe aus Samen gezogener dreijähriger amerikanischer Reben, welche erkrankt waren, während dies an den umstehenden europäischen Reben nicht der Fall war; die Flecken zeigten zwar noch keine Pilzfructification, glichen aber in ihrer Beschaffenheit ganz dem echten Brenner.

Den Pilz, welcher diese Krankheit verursacht, hat de Bary bereits 1873 Sphaceloma ampelinum genannt. Seine Fäden verbreiten sich zuerst in der Außenwand der Epidermiszellen, treten dann an die Oberfläche und verflechten sich hier zu dichten Knäueln, auf denen ein Büschelchen kurzer, dicker Aestchen getrieben wird, die als Conidienträger auf ihrer Spitze kleine, ellipsoidische, farblose Sporen abgliedern. Durch Thau und Regen werden diese Sporen verbreitet. De Bary hat sie mit Wassertropfen auf gesunde grüne Rebentheile gebracht, wo sie keimten, ihre Keimschläuche eindrangen und nach

[1]) Pflanzenpathologie, pag. 204, wo auch die ältere Literatur zu finden.
[2]) Bot. Zeitg. 1874, pag. 451.

etwa 8 Tagen an den besäeten Punkten wieder die charakteristischen geschwürartigen Flecken erzeugten. Cornu[1]) hat die anatomischen Veränderungen, die der Pilz namentlich an den Stengeln hervorbringt, genauer untersucht. Hier wird der junge Kork befallen, und zwar dessen äußere Lage. Es bildet sich ein brauner, abgestorbener, eingesunkener Flecken, der später im Centrum weiß oder grau wird. Da das Gewebe abgestorben ist, so entsteht in Folge des Dickenwachsthums eine Wunde. Die angrenzenden Zellen wachsen und theilen sich, und eine Korklage sucht die gebräunten und cariösen Stellen abzugrenzen Die Markstrahlen strecken sich fächerförmig; das Holz verändert sich nur insofern als das Cambium unregelmäßige Contour bekommt. An den Beeren erfolgt Vertrocknen der Epidermis und der darunter liegenden Schichten, die sich bräunen und schwärzen; auch unter ihnen bildet sich eine Korkschicht. Die Flecken entsprechen Thau- oder Regentropfen, welche capillar zwischen den Beeren festgehalten werden und offenbar das Vehikel für die Sporen sind.

Neuere Mittheilungen über diese oder ähnliche Krankheiten des Weinstockes und die dabei gefundenen Pilze mögen hier einfach referirt werden. Ich wage weder, sie mit der durch de Bary bekannt gewordenen Krankheit zu identificirten noch ihre Identität zu bestreiten. Die Sache ist bei der Art, wie Pflanzenkrankheiten neuerdings von italienischen Mykologen behandelt werden, auf dem Wege zu vollständiger Verwirrung. In der neueren Zeit ist in Italien eine Krankheit der Reben und Weinbeeren aufgetreten, die man dort „Nebel“ (nebbia), „Blattern“ (vajolo), „Pusteln“ (pustola) oder „Blasen“ (bolla) genannt hat. Mir selbst ist die Krankheit nur aus den Exemplaren bekannt, welche unter Nr. 2266 der Rabenhorst'schen Fungi europaei mit dem Namen Ramularia ampelophaga *Passer.* (s. unten) vertheilt worden sind. Die Blattflecken zeigen die größte Aehnlichkeit mit denen des schwarzen Brenners. Auf der Mitte derselben befindet sich ein weißlicher, mehliger Ueberzug, der von sehr feinen, aus dem Innern des schnell verderbenden Gewebes hervorkommenden, dicht verwebten Pilzhyphen gebildet wird, auf denen unmittelbar kleine ellipsoidische Sporen abgeschnürt zu werden scheinen; mehr kann ich an dem trocknen Material nicht erkennen. Der Pilz erinnert daher sehr an den von de Bary beobachteten, wenngleich gewisse Unterschiede zu bestehen scheinen. Die Wirkung des Schmarotzers ist eine äußerst heftige: die kranke Stelle schwindet rasch zusammen, zerbröckelt und durchlöchert das Blatt. Passerini[2]) hat dem Pilze unerklärlicher Weise den Namen Ramularia ampelophaga *Passer.* gegeben. Arcangeli[3]) sieht in der von ihm bei Pisa beobachteten Krankheit die wirkliche Anthracnose, nennt aber den Pilz Phoma uvicola *Arcang.* Hierauf hat Saccardo[4]) die beiden oben bezeichneten Pilznamen als mykologisch unrichtig verworfen und glaubt den Schmarotzer Gloeosporium ampelophagum *Saccardo* nennen zu müssen. Die neuen Bücher von F. v. Thümen[5]) bringen auch keine Aufklärungen. Der italienische Pilz wird hier unter dem letztgenannten Namen

---

[1]) Soc. bot. de France, 26. Juli 1878.

[2]) La Nebbia del Moscatello etc. Parma 1876.

[3]) Nuova giornale botan. Italiano, 1877, pag. 74.

[4]) Rivista di Viticolt ed Enologia ital. 1877, pag. 494. Citirt in Just, Bot. Jahresber. für 1877, pag. 153.

[5]) Die Pilze des Weinstockes. Wien 1878, pag. 9 und 18. — Fungi pomicoli. Wien 1879, pag. 63 und 124.

mit der Saccardo'schen Diagnose beschrieben, und an anderer Stelle steht auch de Bary's Sphaceloma, letzteres allerdings mit dem Zusatz, daß es wahrscheinlich mit jenem identisch sei.

Die hier erwähnten Pilzformen sind offenbar Conidienzustände. Nun hat aber bereits de Bary in Begleitung seines Sphaceloma in alten Flecken, besonders, wenn sie feucht gehalten werden, auch noch Spermogonienformen, die unter die Oberfläche eingesenkt sind, gefunden; die Zusammengehörigkeit mit dem Conidienpilze mußte er aber unentschieden lassen. Cornu[1]) hat nun angegeben, daß der Pilz der Anthracnose in seltenen Fällen auch in Spermogonienform (Phoma) fructificirt. Es tritt somit die Frage auf, ob die mehrfach auf kranken Flecken der Weinbeeren gefundenen Spermogonien- und Pyknidenformen, d. h. also sehr kleine, runde, schwarze, unter der Schale eingesenkte, später mehr hervortretende Kapseln, die im Innern die Spermatien beziehentlich Stylosporen bilden, Entwickelungszustände des Sphaceloma ampelinum sind. Dergleichen Pilze werden folgende bei F. v. Thümen[2]) erwähnt. In Italien sind gefunden worden: Pestalozzia uvicola *Spegaz.* und Pestalozzia Thümenii *Spegaz.*, Pykniden mit mehrzelligen, spindel- oder keilförmigen, am Scheitel einige Borsten tragenden Sporen; ferner Phoma baccae *Catt.* mit eiförmigen, einzelligen Spermatien. In Nord-Amerika Phoma uvicola *Berk. et Curt.*, vielleicht nicht wesentlich von der vorgenannten Art unterschieden. Von den beiden Phoma-Formen wird angegeben, daß sie die Beeren zum Einschrumpfen bringen.[3])

Zu bemerken ist endlich, daß man nach F. v. Thümen[4]) in Nieder-Oesterreich unter dem Namen „schwarzer Brenner" auch kranke Blattflecken versteht, die von Pilzen veranlaßt werden, welche mit Sphaceloma ampelinum nicht zusammenzugehören scheinen, wie das unten zu besprechende Cladosporium Rösleri.

Gloeosporium.

II. Gloeosporium *Desm. et Mont.* Das punktförmig kleine, flache Stroma bildet sich unterhalb der Epidermis, welche dann über demselben in einzelnen Lappen aufreißt, worauf die Sporen oft als eine gallertartige Masse hervorquellen. Das Stroma besteht nur aus den zahlreichen, dicht beisammenstehenden, kurzen, einfachen sporentragenden Fäden (Basidien); jeder derselben

---

[1]) Compt. rend. 1877, pag. 208.

[2]) Pilze des Weinstockes, pag. 13. ff.

[3]) Die jüngst erschienene Schrift R. Göthe's (Mittheilungen über den schwarzen Brenner ꝛc. Berlin und Leipzig 1878) bestätigt nicht bloß die de Bary'schen Beobachtungen, sondern bringt auch die Entdeckung der Pykniden des Pilzes, welche sich im Winter an den erkrankten Trieben bilden. Manche Pocken bekommen nämlich rundliche Erhebungen, die aus vergrößerten Zellen bestehen und im Innern kleine rundliche Räume bilden, in denen die ovalen Sporen abgeschnürt werden. Letztere sind im Frühling keimfähig, und es konnte durch sie auf grünen Theilen der Brenner wieder erzeugt werden. Es sind also die Wintersporen des Brenners. Vorbeugungsmittel sind daher nach Göthe das kranke Holz im Herbste zu schneiden und zu verbrennen, sowie im Frühjahr die befallenen grünen Triebe zu entfernen und zu verbrennen oder wenigstens dieselben einzukürzen, um das Festwerden derselben zu beschleunigen. Eine Aufklärung über die Beziehung der anderen oben genannten Pilze zu der in Rede stehenden Krankheit vermissen wir auch hier.

[4]) l. c. pag. 169.

schnürt eine ei-, birn- oder cylinderförmige, einzellige, farblose Spore ab. Gewöhnlich stehen solcher kleiner, meist bräunlicher oder hell lachsfarbener Sporenlager mehrere zerstreut auf einem kranken Flecken der Blätter oder Früchte. Infectionsversuche sind mit diesen Pilzen bis jetzt nicht angestellt worden. Man hat sie ebenfalls nach den Nährpflanzen unterschieden, doch ist das zunächst noch problematisch; Berkeley[1]) hat hingegen die Meinung ausgesprochen, daß sie auf andere Nährpflanzen übergehen können.

a) An Blättern.

1. Gloeosporium Castagnei *Mont.* (G. populi *Desm.*), auf runden, braunen Blattflecken von Populus alba, Stroma unterseits. Sporen ei- oder birnförmig. Vielleicht identisch damit ist G. Tremulae *Passer.* auf Populus tremula. — An Pappeln.

2. G. Salicis *Westend.* (G. aterrimum *Fuckel*), auf schwarzen Blattflecken von Salix alba, Stroma oberseits, Sporen länglich. — An Weiden.

3. G. Fagi *Fuckel*, nach Fuckel[2]) auf trockenen Flecken der Blätter von Fagus sylvatica, die sich dadurch dunkel braunroth verfärben. Sporen lanzettförmig gerade. Derselbe Pilz ist wahrscheinlich G. exsuccans *Thüm.* — An Buchen.

4. G. Carpini *Desm.*, auf Blättern von Carpinus Betulus, Sporen fadenförmig, gekrümmt. — An Hainbuchen.

5. G. Betulae *Fuckel*, an trocken werdenden Blättern von Betula alba, Stroma schwärzlich, Sporen cylindrisch, gerade. — An Birken.

6. G. Cydoniae *Mont.*, auf braunen Blattflecken von Cydonia vulgaris, Stromata zahlreich, sehr klein, schwärzlich, mit weißlichen ausgestoßenen Sporenmassen, Sporen cylindrisch, gerade. — An Cydonia.

7. G. Ribis *Mont. et Desm.*, auf Blättern der Stachelbeeren. — An Ribes.

8. G. Sanguisorbae *Fuckel*, auf braunen Flecken der Blätter von Sanguisorba officinalis, Stroma unterseits, Sporen länglich. — An Sanguisorba.

9. G. Veronicarum *Ces.*, auf Blättern von Veronica officinalis und hederaefolia. — An Veronica.

10. G. Delastrii *de Lacr.*, auf braunen Blattflecken junger Pflanzen von Agrostemma Githago. Sporen verlängert keulenförmig, an der Basis mit 1—3 Scheidewänden. Fuckel[3]) hält diesen Pilz für den Conidienzustand von Pyrenopeziza Agrostemmatis *Fuckel*, deren Fruchtbecher an den abgestorbenen unteren Blättern dieser Pflanze gefunden wurden. — An Agrostemma.

11. G. Phegopteridis n. sp., auf Phegopteris polypodioides unregelmäßige braune Flecken erzeugend, die bisweilen die Wedel ganz bedecken. Auf der Unterseite dieser Flecken werden die Sporen in weißlichen Schleimmassen in großer Menge ausgestoßen. Die Sporen sind etwas ungleichseitig eiförmig, unten abgestutzt, oben in eine schwach sichelförmige, kegelförmige Spitze verlängert, einzellig, farblos. Von mir in der sächsischen Schweiz gefunden. — An Phegopteris.

b) an Früchten.

12. G. laeticolor *Berk.* Auf den Pfirsichen und Aprikosen finden sich nach Berkeley[4]) in England oft kreisrunde, eingedrückte, mißfarbige Flecken — Auf Pfirsichen und Aprikosen.

[1]) Gardener's Chronicle 1876, II. pag. 269.
[2]) l. c. pag. 340.
[3]) l. c. pag. 295.
[4]) Gardener's Chronicle 1859, pag. 604.

die von einem helleren, breiten Rande umgeben, in der Mitte weißlich ausgebleicht sind. Auf ihnen befinden sich zahlreiche winzige, lachsfarbene Pusteln, welche die die Epidermis durchbrechenden Sporenlager darstellen. Die Sporen sind länglich-spindelförmig.

Auf Aepfeln.

13. G. fructigenum *Berk.*, auf unreifen Aepfeln ebenfalls von Berkeley[1]) in England beobachtet. Kleine bräunliche, flache Pustelchen brechen durch die Epidermis. Die Sporen sind mehr oder weniger unregelmäßig cylindrisch. Gloeosporium versicolor *Berk. et Curt.* auf Aepfeln in Nordamerika soll davon verschieden sein.[2])

Auf Wallnüssen.

14. G. epicarpii *Thüm.*, auf der grünen Fruchtschale der Wallnüsse in Istrien nach F. von Thümen[3]) verschieden große, runde oder längliche, etwas eingedrückte, graubräunliche, rothbräunlich umsäumte Flecken veranlassend, auf deren Mitte die kleinen schwärzlichen Sporenlager hervorbrechen. Sporen spindelförmig, zugespitzt, andere schmal elliptisch, stumpf.

Auf Gurken und Melonen.

15. In den letzten Jahren hat in England eine durch Gloeosporium veranlaßte Krankheit der Gurken und Melonen in den Treibhäusern große Verheerungen angerichtet.[4]) Die Früchte bekommen kreisrunde, eingesunkene, braune Flecken, in denen der Pilz lebt und ein Stroma bildet, dessen Sporen als schleimige Kugeln oder Ranken von helllachsrother Farbe an der Oberfläche erscheinen. Derselbe Pilz lebt auch in den Blättern und bringt hier braune Flecken hervor. Die Krankheit erscheint plötzlich und befällt alle Pflanzen. Die Gärtner geben an, daß man sie nur beseitigen könne durch Reinigen und Ausschwefeln der Treibhäuser und Bestellen mit neuen Pflanzen. Auf Kürbissen kommt ein ähnliches Gloeosporium vor, welches nach Berkeley kleinere Sporen haben soll.

Auf Weinbeeren.

16. Auf den halbreifen Weinbeeren kommen ebenfalls in England in den Treibhäusern rothbraune Flecken vor, die zuletzt gewöhnlich die ganze Beere einnehmen, wobei ein Pilz in Form erhabener kleiner Pusteln auftritt, den Berkeley Ascochyta rufo-maculans genannt, also für einen Spermogonienzustand ausgegeben hat. F. v. Thümen[5]) hat ihn Gloeosporium rufo-maculans genannt; ob er ein solches ist, bleibe vorläufig dahingestellt. Die Sporen sind länglich, in der Mitte etwas eingeschnürt.

Der Weinrebenpilz, welcher Gloeosporium ampelophagum *Saccardo* genannt worden ist, verdient diesen Namen nicht; er ist, wie oben (pag. 609) erwähnt, wahrscheinlich mit dem Pilz des schwarzen Brenners identisch.

Septosporium curvatum auf Robinien.

III. Der unter dem Namen Septosporium curvatum *Rabenh.* von A. Braun[6]) beschriebene Pilz dürfte, wenn nicht in die vorige Gattung, doch in deren nächste Nähe zu stellen sein. Er befällt die Blätter der Robinien welche dadurch mitten im Sommer anfangs gelbliche, bald hellbraun werdende Flecken von unregelmäßiger Form bekommen, die oft den größten Theil eines Blättchens einnehmen. Die Folge ist ein baldiges Ablösen der Blättchen von den am Baume bleibenden Spindeln und Abfallen derselben. An der Unterseite der braunen Flecken treten auf der Mitte derselben zahlreiche zerstreut

---

[1]) l. c. 1856, pag. 245.
[2]) Grevillea III. pag. 13.
[3]) Fungi pomicoli, pag. 58.
[4]) Gardener's Chronicle 1876. II, pag. 175, 269, 303, 336, 400, 495.
[5]) Fungi pomicoli, pag. 61.
[6]) Ueber einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. Berlin 1854.

stehende, sehr kleine Höckerchen auf, die Anfangs von der Epidermis bedeckt sind, später sich öffnen und ein kleines weißes Häufchen von Sporen hervortreten lassen. Es sind sehr kleine, in der Blattmasse sitzende Stromata, an welchen die cylindrischen, meist geraden, oft mit einer oder zwei Querwänden versehenen, farblosen Sporen gebildet werden.

Hymenula Platani auf Platanen.

IV. **Hymenula Platani** *Lév.* (**Fusarium nervisequum** *Fuckel*) schließt sich an die vorhergehenden Pilzformen innig an. Der Parasit lebt an den Blättern von Platanus orientalis und bewirkt ein Absterben, Dürr- und Morschwerden der Blattrippen. Dies beginnt von irgend einem Punkte, häufig an der Vereinigung der 3 Hauptrippen und folgt dann dem Laufe der Rippen, setzt sich auch auf die Verzweigung derselben fort. Gewöhnlich wird auch das an die befallenen Rippen zunächst angrenzende Blattgewebe gebräunt, Die Folge ist, daß das Blatt schon mitten im Sommer gelb wird oder auch noch grün abfällt. Auf den erkrankten Rippen zeigen sich, sowol an der Ober- wie Unterseite kleine graubraune, längliche Pünktchen. Jedes ist ein durch die Epidermis hervorbrechendes flaches Stroma, bestehend aus zahlreichen, dicht gedrängt stehenden, kurzen, einfachen sporentragenden Fäden; die Sporen sind eiförmig, einzellig, farblos.

Steirochaete Malvarum auf Malven.

V. **Steirochaete Malvarum** *A. Br. et Casp.* Mit diesem Namen ist ein Pilz beschrieben worden, den Caspary und A. Braun (l. c.) gefunden haben bei einer Krankheit verschiedener Malven-Species, die im Berliner Botanischen Garten im freien Lande gezogen wurden. Auf den Stengeln und Blattstielen waren grünschwarze, vertiefte Flecken von 0,5 bis 5 Cm. Länge entstanden. Die Epidermis war zerstört, und das darunter liegende Gewebe bis zum Holz war gebräunt und zusammengesunken. Blätter, an deren Basis sich ein solcher Flecken befand, waren verwelkt, und viele Stöcke starben gänzlich ab. Auf den älteren Flecken kamen zahlreiche schwarze Pilzrasen zum Ausbruch durch die Cuticula. Auf einem undeutlich zelligen Pilzlager befinden sich braune, gerade, unverzweigte, nach oben verdünnte, sterile Fäden (Paraphysen) und zwischen denselben angehäufte elliptische, einzellige, farblose oder blaßgrünliche Sporen, die wahrscheinlich in kettenförmigen Reihen auf dem Pilzlager abgegliedert werden.

VIII. Pilze mit conidientragendem Stroma von Fusisporium-artigen Formen.

Character dieser Pilze.

Die hier zusammengestellten Parasiten kranker Blattorgane und Früchte sind durch ein conidientragendes Stroma ausgezeichnet, von der Art, wie es die Gattung *Fusisporium* und verwandte Gattungen characterisirt, d. h. ein kleines, über die Oberfläche hervortretendes, helles, seltener dunkles, polsterförmiges Körperchen, welches aus verflochtenen Fäden oder aus zelligem Gewebe besteht und auf welchem unmittelbar die zahlreichen Sporen abgeschnürt werden und angehäuft sind.

Fusisporium.

I. **Fusisporium** *Link.* Das conidientragende Stroma besteht nur aus den aufrechten, locker verflochtenen, verzweigten Fäden, welche auf den ungleich hohen Spitzen ihrer Zweige je eine spindelförmige, meist etwas gekrümmte, mit mehreren Querscheidewänden versehene Spore abschnüren. Das Stroma erscheint meist als ein kleines, hellrothes Polster. Die Mehrzahl dieser Pilzformen sind Saprophyten. Parasitische kennt man folgende:

1. **Fusisporium anthophilum** *A. Br.*, von A. Braun[1]) auf den Blüten von Succisa pratensis bei Berchtesgaden gefunden, wo die lichtorangerothen Polsterchen aus den Lappen der Blumenkrone und aus den Staubbeuteln hervorbrechen. Im Innern dieser Theile befindet sich das Mycelium. Die Folge ist, daß die Blumenkrone sich nicht entfaltet und nicht abgeworfen wird, die Staubbeutel in der Blumenkrone versteckt bleiben und schlecht entwickelten Pollen enthalten.

2. **Fusisporium Zavianum** *Saccardo*, nach F. v. Thümen's[2]) Angaben von Saccardo in Venetien am Weinstock gefunden, wo der Pilz auf bräunlichrothen Flecken der Stengel, Blätter, Blütenstiele und Ranken erst weißliche, faserige, dann sich hellrosa färbende Ueberzüge bildet. Aus den Angaben ist nichts über die Ansiedelung des Pilzes an der Nährpflanze zu entnehmen. Auch liegt kein Beweis dafür vor, daß der Pilz die Ursache des Absterbens der Theile ist.

Vermicularia Grossulariae auf Stachelbeeren.

II. **Vermicularia Grossulariae** *Fuckel*,[1]) auf halbreifen Stachelbeeren anfangs kleine, schnell sich vergrößernde, braune Flecken bildend, welche ein frühes Abfallen der Früchte zur Folge haben. Auf den Flecken brechen die Stromata als zahlreiche, kleine, dunkelolivenbraune, convexe, runde Wärzchen hervor, welche dicht mit ebenso gefärbten Haaren bedeckt sind, von denen die untersten länger und steril, die übrigen kürzer sind und an ihrer Spitze die Sporen tragen. Die letzteren sind spindelförmig, gekrümmt, farblos, einzellig oder mit einer undeutlichen Scheidewand.

Fusarium.

III. **Fusarium** *Link*. Das Stroma ist ein convexes, fleischig-zelliges Polster, an dessen Oberfläche spindelförmige, oft septirte Sporen von einfachen, gleichhohen, kurzen Basidien abgeschnürt werden.

1. **Fusarium maculans** *Béreng.* verursacht gelbliche oder bräunliche Flecken der Maulbeerblätter; in der Mitte des Fleckens steht ein schwach convexes, hell- oder dunkelbraunes Stroma und im Umkreise desselben oft noch ein Kreis kleinerer. Die Sporen sind lang spindelförmig, mit mehreren Querscheidewänden. Wurde in Ober-Italien gefunden, darf nicht mit der durch **Septoria mori** verursachten Fleckenkrankheit verwechselt werden (s. pag. 618).

2. **Fusarium pallidum** (**Fusisporium pallidum** *Niessl.*), bewirkt bleiche, dürre Stellen auf den Blättern von **Juglans regia**. Auf dem ganzen kranken Theile brechen überall aus der Epidermis zahlreiche kleine, weiße Kügelchen, die aus den genau halbkugelrunden Stromaten bestehen. Die Sporen sind einzellig, ellipsoidisch.

Die hier sich anschließenden Gattungen **Chaetostroma** und **Tubercularia** sind als Conidienzustände von **Nectria** unten bei dieser Gattung erwähnt.

Die rosenrothe **Tubercularia roseo-persicina** *Dittm.*, welche die von Uredineen hervorgebrachten kranken Flecken bewohnt, sowie das **Fusarium globulosum** *Passer.*, welches in kleinen, röthlichweißen, halbkugeligen Polsterchen mit **Puccinia** auf **Salvia verticillata** gefunden worden ist und generisch mit ersterer übereinstimmt, sind Parasiten auf den Uredineen, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann.

Schimmel des Obstes.

IV. Schimmel des Obstes. Auf Pflaumen, Kirschen, Aprikosen, Pfir-

---

[1]) Rabenhorst, Fungi europ. No. 1964.

[2]) Pilze des Weinstockes, pag. 25.

[3]) l. c. pag. 374.

sichen und Kernobst bildet sich im Sommer bisweilen ein gelblich-aschgrauer, staubiger Schimmel, welcher in rundlichen, convexen Polsterchen durch die Schale hervorbricht, ein viel beobachteter und unter vielen Namen beschriebener Pilz **Oidium fructigenum** *Schm. et Kze.* (**Monilia fructigena** *Pers.*, **Oospora fructigena** *Wallr.*, **Torula fructigena** *Pers.*). Er bildet dicht bei einander wachsende, aufrechte Fäden, die aus perlschnurförmig gereihten, ovalen Gliedern bestehen, und an ihrer Spitze weiter sprossen, indem dort immer das jüngste Glied steht, sowie auch durch seitliche Sprossung aus älteren Gliederzellen sich verzweigen. Die Glieder lösen sich später auseinander und stellen keimfähige Sporen dar. Gewöhnlich trifft man diesen Schimmel auf reifen Früchten, sowohl auf abgefallenen, als auch auf noch hängenden; und die letzteren bleiben dann oft den ganzen Winter und sogar bis zum Frühjahre vertrocknet auf dem Baume. Während man bisher annahm, daß der Pilz nur an reifen, auf dem Boden liegenden Früchten vorkomme, hat F. v. Thümen[1]) angegeben, daß er schon auf halbreifem, noch hängendem Obst auftritt. Hallier[2]) bestätigt dies; nach ihm kriechen die Mycelfäden theils auf der Oberfläche, theils brechen sie aus dem Innern hervor. Die Pflaumen werden meistens unter dem Einfluß des das Fruchtfleisch durchziehenden Myceliums weichlich, mißfarbig und bedecken sich dann mit den sporentragenden Polstern. Die Conidien sah Hallier nicht nur in kräftiger Nährstofflösung wieder Ketten ähnlicher Conidien treiben, sondern auch, auf Pflaumen ausgesäet, Keimschläuche entwickeln, welche die Fruchtschale überspinnen; letztere bekommt in Folge dessen Risse, durch welche das Mycelium eindringt, wobei es zwischen den Zellen des Fruchtfleisches hinwächst. Hiernach würde der Pilz zu den Parasiten zu rechnen sein. F. v. Thümen erwähnt, daß die vom Pilze befallenen Früchte, wenigstens Aepfel und Birnen, der Fäulniß länger widerstehen als die gleichzeitig mit ihnen auf dem Boden liegenden gesunden, und daß an Früchten, die nur stellenweise befallen sind, die verpilzten Stellen sich länger fest erhalten als die pilzfreien. Hallier hat wohl die richtige Erklärung hierfür gegeben, daß nämlich der Fruchtschimmel neben sich keine Hefe- und ähnlichen Bildungen aufkommen läßt, die an den anderen Stellen die Frucht rasch in Fäulniß versetzen.

D. Endophyte Parasiten mit Spermogonien oder Pykniden in Blatt- und Fruchtflecken.

Character dieser Pilze.

Auf Blättern und Früchten kommen Fleckenkrankheiten von ganz derselben Beschaffenheit vor wie die im Vorhergehenden aufgeführten, aber die begleitenden Pilze sind keine Conidienträger, sondern Spermogonien beziehendlich Pykniden. Diese kleinen, runden, dunklen Kapseln, welche meist bis auf ihren hervorragenden Scheitel in der Substanz des Blattes eingesenkt sind, erscheinen dem bloßen Auge als feine, schwarze Pünktchen auf dem Blattflecken. Die Innenwand derselben ist mit vielen feinen Basidien besetzt, auf denen die Sporen (Spermatien beziehendlich Stylosporen) in Menge abgeschnürt werden. Je nach der näheren Beschaffen-

---

[1]) Oester. landw. Wochenbl. 1875, Nr. 41 und Fungi pomicoli, pag. 22.
[2]) Wiener Obst- und Gartenztg. 1876. pag. 117.

heit unterscheidet man von diesen Pilzformen folgende verschiedene Gattungen. 1. Depazea *Fr*. Die Spermogonien haben keine eigentliche porenförmige Oeffnung, sondern zerfallen am Scheitel unregelmäßig, worauf die Spermatien hervortreten; diese sind einzellig. 2. Ascochyta *Lib*. oder Phyllosticta *Pers*. Die Spermogonien haben eine feine porenförmige Oeffnung am Scheitel, durch welche die Spermatien in rankenförmigen Massen ausgestoßen werden, diese sind ebenfalls einzellig, meist cylindrisch bis fadenförmig, gerade oder gekrümmt. 3. Dilophospora *Desm*., wie die vorige, aber die cylindrischen, einzelligen Sporen sind an beiden Enden mit mehreren abstehenden, ästigen Haaren besetzt. 4. Septoria *Fr*. Spermogonien ebenfalls mit porenförmiger Mündung, aus welcher die Spermatien in Ranken hervortreten; aber die Spermatien mit mehreren Querscheidewänden, dünn cylindrisch oder spindelförmig, mit zugespitzten Enden, gerade oder gekrümmt. 5. Phoma *Desm*. mit dünner, häutiger oder horniger brauner Wand, am Scheitel mit porenförmiger Mündung, aus welcher die länglichen bis cylindrischen Spermatien rankenförmig entleert werden, welche durch ihre beiden kernartigen Kügelchen, die sie in ihren Enden enthalten, das Hauptcharacteristicum der Gattung bilden.

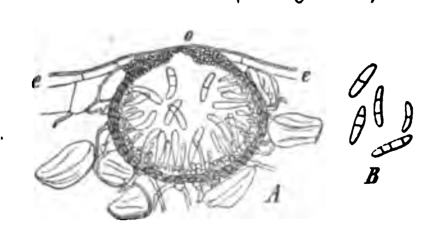


Fig. 111.

Septoria Atriplicis *Fuckel*. A. Durchschnitt durch ein Spermogonium in einem Blattflecken von Atriplex latifolia. Auf der Innenwand des Spermogoniums Sporen in verschiedenen Entwicklungszuständen; o die Stelle, wo das reife Spermogonium sich öffnet. e Epidermis. B reife Sporen. 300fach vergrößert.

Man weiß seit H. v. Mohl[1]), daß bei der Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter die Myceliumfäden der Septoria mori in den Intercellulargängen des Mesophylls der kranken Blattstellen wachsen und daß die Bildung der Spermogonien unter der Epidermis durch Zusammentreten zahlreicher Fäden geschieht. An einer auf Stellaria media schmarotzenden Form von Ascochyta finde ich ebenfalls die zahlreichen Myceliumfäden nur in den Intercellulargängen des hier sehr schwammigen Mesophylls, nicht in die Zellen eindringend. Die Spermogonien entwickeln sich in den Athemhöhlen der Spaltöffnungen, aus denen das Haarbüschel der Spermogonienmündung hervorragt. Von diesen Körpern aus sieht man zahlreiche Fäden sich in das angrenzende Mesophyll hinabsenken. Die Sporen habe ich nicht zum Keimen bringen können, und Aussaaten auf gesunde Blätter von Stellaria media blieben ganz erfolglos. Die Bedeutung dieser Spermogonien ist unbekannt. In anderen Fällen sind zwar Keimungen beobachtet worden, aber den Pilz wieder daraus zu erzeugen, ist noch Niemand geglückt. Die wahrscheinlichen Beziehungen dieser Spermogonien zu den

---

[1]) Bot. Zeitg. 1854, pag. 761.

später auf den abgestorbenen Blättern bisweilen erscheinenden Perithecien sowol wie zu den oft an ihrer Stelle auf den kranken Flecken auftretenden Conidienträgern sind oben (pag. 593) besprochen worden. Ebenso ist dem, was über die Maßregeln gegen die Fleckenkrankheiten der Blätter dort gesagt ist, vorläufig hier nichts hinzuzufügen.

Die Blattfleckenkrankheiten, bei welchen diese Pilze betheiligt sind, finden sich unter den Phanerogamen überaus verbreitet. Man hat sie meistens nach den Nährpflanzen in Arten unterschieden. In wieweit das letztere Berechtigung hat, ist bis jetzt nicht entschieden. Eine vollständige Aufzählung aller bisher gefundenen Formen läßt sich kaum geben und würde bei der großen Gleichförmigkeit der pathologischen Symptome hier von zu geringem Interesse sein. Man kann fast an jeder Phanerogame Blattflecken mit solchen Pilzen erwarten, denn alljährlich vermehrt sich die bekannte Zahl derselben. Die folgende Aufzählung hat daher auf Vollständigkeit keinen Anspruch, sie soll nur andeuten, auf welchen Pflanzen am gewöhnlichsten solche Krankheiten anzutreffen sind.

1. An Gramineen kommen vor:

Dilophospora graminis auf Gramineen.

a) Dilophospora graminis *Desm.* Dieser Pilz wurde von Desmazieres[1]) 1840 in Frankreich auf Roggen beobachtet. In England hat ihn Berkeley[2]) 1862 bei Southampton in einem Weizenfelde gefunden, wo die Aehren fast völlig körnerlos blieben, weil der Pilz in den Spelzen und Aehrenspindeln sich entwickelt hatte. Fuckel[3]) fand den Schmarotzer an Holcus lanatus im Rheingau, Karsten[4]) an Festuca ovina; um Leipzig ist er in den letzten Jahren von mir mehrfach an Dactylis glomerata beobachtet worden. Hier bilden sich schon vor der Blütezeit auf den grünen Blättern kleine, weißliche, etwas in die Länge gezogene Flecken, auf deren Mitte kleine schwarze Pünktchen, die Pykniden, sichtbar werden, die bisweilen so dicht stehen, daß die ganze Mitte wie ein schwärzlicher Flecken erscheint. Auf den Blattscheiden werden die bleichen Flecken bisweilen größer, bis zur Länge von einem oder einigen Centimetern, die Scheide rings umgebend, und sind dann mit zahlreichen Pykniden versehen. Das Wachsthum der Halme kann dadurch schon zeitig gehemmt werden. Die oben beschriebenen eigenthümlichen Sporen sind, wie Karsten (l. c.) beobachtet hat, keimfähig: sie bekommen in der Mitte eine Einschnürung, zu beiden Seiten derselben eine Anschwellung und lösen sich daselbst in zwei Hälften; an der nämlichen Stelle entsteht der Keimschlauch. Weitere Entwickelung ist nicht beobachtet worden. Nach Fuckel bilden sich später aus den Pykniden Perithecien, indem Sporenschläuche in ihnen zur Entwickelung kommen; seine Angaben sind aber widerspruchsvoll[5]), die Sache bedarf genauerer Untersuchung. Noch weniger erwiesen ist Fuckel's Annahme, daß Mastigosporium album *Riess.* (s. pag. 607) die Conidienform des Pilzes sei; ich habe weder nach Mastigosporium die Dilophospora folgen, noch der letzteren jenes vorausgehen sehen.

Phoma Hennebergii auf Weizenspelzen.

b) Phoma Hennebergii *Kühn.*, von Kühn[6]) bei Kreuth in Oberbayern am Sommerweizen beobachtet, an der oberen Hälfte der Spelzen und Deck-

[1]) Ann. des sc. nat. 2. sér. T. XIV.

[2]) Vergl. Bot. Zeitg. 1863, pag. 245.

[3]) Bot. Zeitg. 1862, pag. 250 und Symbolae mycol. pag. 130.

[4]) Botanische Untersuchungen, pag. 336.

[5]) l. c. pag. 130 und 300.

[6]) Rabenhorst, Fungi europaei Nr. 2261.

spelzen und an der Basis der Grannen. Diese Theile nehmen ein schmutzig graues Aussehen an; in der Mitte, die allmählich in Weißgrau ausbleicht, werden zerstreut stehende schwarze Pünktchen, die Früchte des Pilzes, sichtbar. Die Sporen sind cylindrisch, gerade oder schwach gekrümmt; Kühn hat ihre Keimfähigkeit constatirt. Bei frühzeitigem Auftreten soll der Pilz eine minder vollkommene Ausbildung, in sehr ungünstigen Fällen Verkümmerung der Körner, auch eine Verminderung des Futterwerthes der Spreu veranlassen.

Auf Getreideblättern.

c) Septoria tritici *Desm.* in Oberitalien häufig auf den Blättern der Getreidearten, deren Absterben bewirkend, und zwar zu jeder Jahreszeit, schon im November auf den Blättern der Saaten [1]).

Auf Reis.

d) Septoria Oryzae *Cattan.* auf Blättern und Blattscheiden von Oryza sativa in Oberitalien.

Auf Arundo.

e) Septoria Donacis *Passer.* auf Blättern von Arundo Donax in Oberitalien.

Auf Cupuliferen.

2. Auf Cupuliferen, wo sich meist kleine, mißfarbige, dunkelgesäumte Blattflecken finden. An Fagus sylvatica lebt Depazea fagicola *Fr.*, an Quercus pedunculata: Septoria quercina *Desm.*; an Quercus Ilex: Phyllosticta ilicina *Saccardo*, an Castanea vesca: Septoria castaneaecola *Desm.*, an Corylus Avellana: Septoria Avellanae *Berk. et Br.*

Auf Maulbeerblättern.

3. Auf Urticaceen ist bemerkenswerth

Die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter, welche seit ungefähr 1846 in Deutschland, Frankreich und Italien, zuerst nur an Sämlingen und zweijährigen Pflanzen, später auch an den kräftigsten Bäumen auftrat, zeigt sich anfangs in lichtgelbrothen Flecken, die allmählig schmutzigbraun werden und sich vergrößern, worauf das Blatt vertrocknet. Die kranken Blätter sind zwar den Seidenraupen nicht schädlich, aber die Bäume leiden durch die Krankheit bedeutend. In den Flecken lebt die Septoria Mori *Lév.*, deren Spermogonien sowol auf der Ober- wie Unterseite des Blattes hervorbrechen. Fuckel [2]) hält die an abgefallenen Maulbeerblättern im Winter sich erzeugenden Perithecien der Sphaerella Mori *Fuckel* für Organe dieses Pilzes.

Auf anderen Urticaceen.

An Ficus Carica kommt Phyllosticta sycophila *Thüm.* auf großen, weißlichen Blattflecken vor, am Hanf die Ascochyta Cannabis *Lasch.*, an Urtica dioica die Depazea vagans *Fr.* und Septoria Urticae *Desm.*, auf Ulmus campestris bildet die Septoria Ulmi *Fr.* (Fusidium septatum *Schm. et Kze.*) allmählich sich bräunende Blattstellen, wo die Sporen in röthlichen oder gelblichen Schleimmassen aus den Spermogonien hervorquellen.

Auf Salicineen.

4. Salicineen. Depazea populina *Fuckel* an Populus nigra und dilatata; Depazea tremulaecola *D C.* an Populus tremula; Septoria didyma *Fuckel* und Septoria Salicis *Westend.* (Depazea salicicola *Fr.*) an Salix triandra.

Auf Cucurbitaceen.

5. Cucurbitaceen. Septoria Cucurbitacearum *Saccardo*, verhältnismäßig kleine weißliche Flecken auf den grünen Kürbisblättern bildend.

Auf Caprifoliaceen.

6. Caprifoliaceen. An Lonicera hat man beobachtet Depazea Lonicerae *Kirchn.*, außerdem an Lonicera Xylosteum: Phyllosticta vulgaris *Desm.* (ob damit Depazea Xylostei *Passer.* identisch ist?), und an Lonicera Caprifolium eine Phyllosticta Vossii *Thüm.*

Auf Dipsaceen.

7. Dipsaceen. An Dipsacus Fullonum: Septoria Dipsaci *Schiederm.*

---

[1]) Passerini, La Nebbia dei Cereali. Parma 1876.

[2]) l. c. pag. 105.

8. Oleaceen. An Fraxinus excelsior: Septoria Fraxini *Desm.* An Fraxinus Ornus: Septoria Orni *Passer.* An Syringa vulgaris: Depazea syringaecola *Lasch.* Auf Oleaceen.

9. Polygoneen. An Polygonum persicaria und lapathifolium kommt die Ascochyta Polygoni *Rabenh.*, an Polygonum aviculare die Ascochyta melanophaea *Westend.* vor. Auf Polygonen.

10. Chenopodiaceen. An Atriplex latifolia und patula: Depazea atriplicicola *Fr.* und Septoria Atriplicis *Fuckel.* An Chenopodium: Septoria Chenopodii *Westend.* An Spinacia inermis: Depazea Spinaciae *Fr.* Die Depazea betaecola *DC.* (ob identisch mit Phyllosticta Betae *Oudem.*?) veranlaßt eine Blattdürre der Runkelrüben. Auf Chenopodiaceen.

11. Caryophyllaceen. An Saponaria officinalis erzeugt Ascochyta Saponariae *Fuckel* große schwarze Flecken. Stellaria media wird von einer Ascochyta-Form mit langen, fadenförmigen Spermatien befallen, die meist alle Blätter der Pflanze, oft selbst die Internodien gelb färbt, woran die Pflanze zu Grunde geht. Auf Caryophyllaceen.

12. Ranunculaceen. Auf Ranunculus acris kennt man die Ascochyta Ranunculi *Fuckel*, an Ranunculus Ficaria: Depazea ficariaecola *Lasch.* und an Anemone nemorosa die Septoria Anemones *Fuckel.* Auf Ranunculaceen.

13. Cruciferen. Armoracia rusticana wird von Ascochyta Armoraciae *Fuckel*, Lepidium campestre von Septoria Lepidii *Desm.* befallen. Die Depazea Brassicae ist ein Entwickelungsstadium des Sporidesmium exitiosum (s. pag. 584). Auf Cruciferen.

14. Nymphäaceen. Ascochyta Nymphaeae *Passer.*, an Nymphaea alba. Auf Nymphäaceen.

15. Ribesiaceen. Auf Johannisbeerblättern findet sich Septoria Ribis *Desm.*, auf Stachelbeerblättern Depazea ribicola *Fr.*, weiße, rothgesäumte Flecken bildend. Auf Ribesiaceen.

16. Tiliaceen. Auf Lindenblättern ist Ascochyta Tiliae *Lasch.* sehr häufig. Auf Tiliaceen.

17. Euphorbiaceen. An Buxus sempervirens bildet Depazea buxicola *Fr.*, weiße, schwarzgesäumte Blattflecken. Auf Euphorbiaceen.

18. Juglandeen. An Juglans regia findet sich Depazea juglandina *Fr.* (ob die an den Fruchtschalen vorkommende Depazea epicarpii *Thüm.* davon verschieden ist?). Auf Juglandeen.

19. Ampelideen. An Vitis vinifera: Phoma Negrianum *Thüm.* in Italien, Septoria vitis *Lév.* in der Umgebung von Paris. An Vitis vulpina in Amerika: Phyllosticta viticola *Thüm.* An Vitis Labrusca in Amerika: Phyllosticta Labruscae *Thüm.* Auf Ampelideen.

20. Umbelliferen. Septoria Podagrariae *Lasch.*, (Septoria Aegopodii *Desm.*, Sphaeria Aegopodii *Pers.*) auf zahlreichen, über die ganzen Blätter von Aegopodium Podagraria zerstreuten, weißen Flecken. Später entwickelt sich genau in diesen Flecken eine zweite Fruchtform, die als schwarze, halbkugelig hervorbrechende in Gruppen beisammenstehende, harte Kapseln auf der Unterseite sichtbar werden. Den Reifezustand dieser habe ich nicht beobachtet, Fuckel hält den Pilz für eine Phyllachora, obgleich er die Schläuche nicht gesehen hat. — An Petroselinum sativum kommt Depazea Petroselini *Desm.*, an Heracleum Sphondylium die Septoria Heraclei *Lib.* vor. Auf Umbelliferen.

Auf Araliaceen.

21. Araliaceen. Auf Epheublättern finden sich Septoria Hederae *Desm.* und Ascochyta maculans *Fuckel.*

Auf Rosaceen.

22. Rosaceen. Auf den Erdbeerblättern erzeugt Ascochyta Fragariae *Lasch*, weiße, dunkelroth gesäumte Flecken (vergl. oben Seite 607). Ferner finden sich an Potentilla: Septoria Potentillarum *Fuckel* und Septoria sparsa *Fuckel*, an Geum: Depazea geïcola *Fr.*, an Rosa: Ascochyta Rosarum *Lib.*, an Rubus: Ascochyta Rubi *Lasch* und Depazea areolata *Fuckel* und an Spiraea ulmaria: Ascochyta obducens *Fuckel.*

Auf Pomaceen.

23. Pomaceen. Auf Birnblättern werden durch Depazea pyrina *Riess* die häufigen weißen, braungesäumten Blattflecken, die ein zeitiges Abfallen der Blätter nach sich ziehen, hervorgebracht. Fuckel[1]) hält die an abgefallenen Birnblättern im Winter auftretende Sphaerella sentina *Fuckel* (Sphaeria sentina *Fr.*) für den höheren Entwickelungszustand des Schmarotzers. — Phoma pomorum *Thüm.* findet sich auf weißen, schwarzroth gesäumten Flecken reifer Aepfel. — Blattflecken werden ferner erzeugt: an Crataegus von Ascochyta Crataegi *Fuckel* und Septoria Oxyacanthae *Kze.*, an Cydonia vulgaris von Septoria Cydoniae *Fuckel* und an Sorbus von Septoria Sorbi *Ces.*

Auf Papilionaceen.

24. Papilionaceen. Hier kennt man z. B. an Medicago satvia und falcata die Ascochyta Medicaginis *Fuckel*, an Melilotus vulgaris die Depazea Meliloti *Lasch*, an Anthyllis vulneraria die Ascochyta Vulnerariae *Fuckel*, an Cytisus Laburnum die Septoria Cytisi *Desm.* etc.

Auf Equisetaceen.

25. Equisetaceen. Septoria Equiseti *Desm.* (Libertella Equiseti *Desm.*) schmarotzt in den lebenden grünen Stengeln und allen Zweige von Equisetum limosum, palustre und arvense. Die Spermogonien stehen reihenweise in den Furchen der genannten Theile und stoßen weißliche Ranken aus, in denen die Sporen massenhaft enthalten sind. Die Spermogonien entstehen in der Epidermis, haben daher flache oder wenig concave Grundfläche, während die Cuticula nach außen gehoben wird. Die ganze Innenwand des Spermogoniums, besonders der Grundfläche, trägt das Hymenium, welches aus einfachen, cylindrischen Basidien besteht. Das Mycel ist im ganzen Parenchym verbreitet. Die das Spermogonium umgebenden Membranen schwärzen sich, desgleichen auch die Membranen der Gefäßbündelscheide unter der Stelle, wo ein Spermogonium ansitzt. Die Stengel und Zweige verlieren bei dieser Krankheit ihre grüne Farbe und werden vorzeitig dürr.

Verschiedene andere Pilzformen.

Hieran schließen wir noch einige andere in Begleitung ähnlicher krankhafter Zustände von Blättern oder Früchten auftretende Spermogonien- oder Pykniden-Pilze, welche von den vorigen, unter sich sehr übereinstimmenden Formen etwas weiter abweichen. Auch von ihnen ist es wahrscheinlich, daß es Entwickelungszustände von Pyrenomyceten sind.

Pestalozzia.

1. Pestalozzia *de Not.* Pykniden von linsenförmiger oder halbkugeliger Form, die durch die Epidermis hervorbrechen, unregelmäßig aufreißen, und einzelne auf jeder Basidie stehende, bräunliche Sporen haben, die durch Querwände in mehrere Zellen getheilt sind, deren oberste in eine farblose Borste sich fortsetzt. Pestalozzia uvicola *Saccardo*, auf schwärzlichen runden, erhärteten Flecken reifer Weinbeeren; Pykniden schwarz, Sporen spindelförmig, mit 3 Borsten. Pestalozzia Thümenii *Spegaz.* eine ähnliche Form

[1]) l. c. pag. 105.

von gleichem Vorkommen, aber mit keilförmigen Sporen mit 2 Borsten. Beide Pilze in Oberitalien.

2. **Hendersonia** *Berk.* Pykniden wie bei voriger Gattung, aber die Sporen ohne Borstenanhang. Hendersonia Mali *Thüm.* mit flach scheibenförmigen, schwarzen Pykniden auf runden, vertrocknenden, violett gesäumten Blattflecken der Apfelbäume im Littorale. Sporen keulenförmig, mit 2—3 Scheidewänden.

Hendersonia.

3. **Asteroma** *DC.* Diese Gattung ist ausgezeichnet durch das scheinbar auf der Oberfläche des Pflanzentheiles sich ausbreitende Mycelium, welches strahlig nach außen laufende, dendritisch sich verzweigende, dunkle Fäden darstellt. Auf demselben entstehen die flachen, im Umrisse rundlichen oder unregelmäßigen Spermogonien, welche unregelmäßig zerreißen und die länglichen, einzelligen, farblosen Spermatien austreten lassen. Unzweifelhaft parasitische Arten sind folgende:

Asteroma.

Asteroma Padi *DC.* (Actinonema Padi *Fr.*) bewirkt an Prunus Padus eine vollständige Zerstörung der Blätter. Von irgend einem Punkte der Oberseite des noch grünen Blattes aus verbreitet sich der faserige, strahlig gelappte, graue oder bräunliche, scheinbar oberflächliche, der Blattmasse fest anhaftende Pilz ringsum. In der Mitte der befallenen Stelle wird die Blattmasse braun, trocken, schrumpft und zerbröckelt, und der Pilz hört nicht eher auf zu wachsen, bis er das ganze Blatt eingenommen und zerstört hat. Das eigentliche Mycelium befindet sich im Innern des Blattes, die Faserschicht an der Oberfläche ist mehr als das Stroma zu betrachten, welches zur Bildung der Spermogonien bestimmt ist. Dasselbe wächst zwischen der Epidermis und der Cuticula, daher nur scheinbar oberflächlich; es besteht aus ziemlich starken Fäden, die genau in einer einfachen Schicht, einer dicht am andern liegen, alle regelmäßig in radialer Richtung laufend und dabei dichotom sich verzweigend. An zahlreichen Punkten entstehen auf diesem Stroma die Spermogonien. Ein solches wird dadurch gebildet, daß von diesen Fäden viele sehr kurze Aestchen sich abzweigen, durch welche die Cuticula gehoben wird, ohne gesprengt zu werden; sie bietet dann Raum zur Anlage des sehr flachen Spermogoniums. Jene Aestchen vereinigen sich dicht mit einander und bilden kurze, cylindrische, vertical stehende Basidien, welche an ihrer Spitze je ein längliches Spermatium abschnüren. Wenn dies geschieht, wird die Cuticula durch den Druck, den die sich häufenden Spermatien ausüben, über diesem Lager unregelmäßig durchrissen, worauf die Sporen frei werden. Ganz ähnlich sind: Asteroma radiosum *Fr.* (Actinonema Rosae *Fr.*), auf Rosenblättern, A. Crataegi *Fr.*, auf Blättern von Crataegus, Sorbus torminalis etc. A. Alliariae *Fuckel*, auf Blättern von Erysimum Alliaria. A. radiatum *Fuckel*, auf Dentaria pentaphyllum, A. Prunellae *Pass.*, auf Blättern, sowie auch an den Stengeln, Blütenstielen und Kelchen von Prunella vulgaris, A. Orobi *Fuckel*, auf den Blättern von Orobus vernus, A. pomigena *Berk. et Curt.* auf reifen Aepfeln in Nordamerika.

Auf Prunus padus, Rosen etc.

4. **Discosia alnea** *Fr.* (Sphaeria alnea *Link*, Dothidea alnea *Fr.*). Dieser Pilz bildet auf lebenden Blättern der Erlen (Alnus glutinosa und incana) kohlschwarze, glänzende, runde Pünktchen von $^1/_5$ bis $^1/_4$ Mm. Durchmesser, welche in großer Anzahl nahe beisammen auf einem Theile des Blattes stehen oder über das ganze Blatt sich verbreiten, zahlreicher auf der Ober- als auf der Unterseite. Es sind flache, schwach convexe, mit dünner, schwarzer Wand und auf der Mitte derselben mit nabelförmiger, undeutlicher Mündung versehene Spermogonien, auf deren flachem Boden eine Schicht dichtstehender,

Discosia alnea auf Erlen.

kurzer, einfacher Basidien sich befindet, welche cylindrische, gekrümmte, einzellige Spermatien abschnüren. Diese Spermogonien bilden sich zwischen der Cuticula und der eigentlichen Epidermis, welche darunter oft bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt wird. Das Mycelium befindet sich im Inneren des Blattes. Die befallenen Blattstellen erhalten sich ziemlich lange grün; später werden sie allmählich mehr gelb, während der übrige Theil des Blattes gesund bleibt. Einen erheblichen Schaden dürfte dieser Parasit nicht verursachen.

Leptothyrium circinans auf Populus.

5. **Leptothyrium circinans** *Fuckel.* Auf großen braunen, dürren Flecken lebender Blätter von Populus alba stehen oberseits die dem vorigen Pilze ähnlichen, runden, schildförmig abgeflachten, glänzend schwarzen Spermogonien in einem großen Kreise, der sich allmählich erweitert und den todten Flecken umgiebt.

E. Blattflecken mit einfachen Perithecienformen.

Blattflecken mit Perithecien.

Es giebt einige endophyte Pyrenomyceten, welche in der Form von Perithecien d. h. derjenigen kapselartigen Früchte, welche die Sporenschläuche enthalten, auf lebenden Pflanzentheilen, vorwiegend Blättern, auftreten. Es handelt sich hier um die einfachen Pyrenomyceten, d. h. diejenigen, bei denen die Perithecien einzeln für sich unmittelbar am Mycelium, nicht auf einem Stroma entstehen.

Sphaerella.

1. **Sphaerella** *Fr.* Einige Blattfleckenkrankheiten von der pag. 592 charakterisirten Art sind statt wie gewöhnlich von Conidienträgern oder Spermogonien von Perithecien der Gattung Sphaerella begleitet. Dieses sind sehr kleine, zerstreutstehende, schwarze, dünnwandige Kapseln, welche in der Blattmasse eingesenkt sind oder höchstens mit ihrem Scheitel freiliegen, keine deutliche Mündung an demselben haben und ein Büschel keulenförmiger Schläuche mit je 8 ungleich zweizelligen, eiförmigen, farblosen Sporen enthalten.

Sphaerella Polypodii *Fuckel* kommt auf dürren, braunen Flecken der lebenden Wedel von Polypodium vulgare, Aspidium Filix mas, Asplenium Trichomanes, Pteris aquilina vor, ferner S. Carlii *Fuckel* auf den Blättern von Oxalis Acetosella, S. Epilobii *Fuckel* auf denjenigen von Epilobium montanum, S. comedens *Passer.* auf trockenen, hellbraunen Flecken der Blätter von Ulmus campestris, S. Dryadis *Fuckel* (Sphaeria rhytismoides *Fr.*) auf der Oberseite brauner Flecken der Blätter von Dryas octopetala.

Im Anschluß an diese sei die Trichosphaeria Peltigerae *Fuckel* erwähnt, welche mit ihren sehr kleinen, am Scheitel behaarten Perithecien an kranken, weißlichen Flecken des Thallus von Peltigera canina von Fuckel[1]) schmarotzend gefunden worden ist.

Stigmatea.

2. **Stigmatea** *Fr.* Sehr kleine, punktförmige, halbkugelige Perithecien, welche in kleinen, schwarzen Trupps stehend auf der Epidermis lebender Blätter fest auf- oder halb eingewachsen sind. Im Uebrigen sind sie bis auf die stärkere, aus mehreren Zellschichten gebildete, daher ziemlich harte Wand mit der vorigen Gattung übereinstimmend. Bei manchen Arten sind auch Spermogonien von ähnlicher Form wie die Perithecien gefunden worden. Die Stellen, auf denen die Pilze sich entwickelt haben, bleiben zunächst gesund, früher oder später entfärben sie sich aber, werden gelb oder braun und trocken,

---

[1]) l. c. 2. Nachtrag. pag. 25.

so daß jeder schwarze Pilzfleck genau einer kranken Blattstelle aufsitzt. Stigmatea Chaetomium *Fr.* (Dothidea Chaetomium *Kze.*, Coleroa Chaetomium *Rabenh.*), auf der oberen Blattseite der Brombeer- und Himbeersträucher. Perithecien oben mit schwarzen Borsten besetzt; Schläuche länglich, gekrümmt; Sporen zweizellig, oval. — S. Winteri *Passer.*, auf braunen, rothgesäumten Flecken der Blätter von Rubus, an der oberen Blattseite, durch kahle und mehr zerstreut stehende Perithecien von der vorigen Art verschieden. S. Alchemillae *Fr.* (Asteroma Alchemillae *Grev.*, Dothidea Alchemillae *Fr.*), auf der Oberseite der Blätter von Alchemilla vulgaris. Perithecien und Sporen wie bei der ersten Art. — S. Potentillae *Fr.* (Dothidea Potentillae *Fr.*) auf der oberen Blattfläche von Potentilla anserina, mit ähnlichen Perithecien und Sporen wie die vorigen. — S. circinans *Fr.* (Perisporium circinans *Fr.*), auf der Blattoberseite von Geranium rotundifolium, die Perithecien oft in kreisförmigen Trupps oder zerstreut, den vorigen ähnlich. — S. Alni *Fuckel*, an der Oberseite lebender Blätter der Erlen, auf braunen Flecken, nach Fuckel[1]) ein frühes Abfallen der Blätter veranlassend. — S. Petasitidis *Fuckel*, auf der Oberseite gerötheter Blattflecken von Petasites vulgaris; Perithecien schwach borstig. — S. Robertiani *Fr.* (Dothidea Robertiani *Fr.*), auf der oberen Blattseite von Geranium Robertianum, durch kahle und glänzende Perithecien unterschieden. Diesem Pilz stehen nahe Stigmatea Geranii *Fuckel*, auf Geranium pusillum und Stigmatea confertissima *Fuckel* auf Geranium sylvaticum. — S. cruenta *Oudem.* (Ascospora cruenta *Fuckel*, Phyllosticta cruenta *Fr.*), auf bleichen, blutroth gesäumten Flecken der Blätter von Convallaria Polygonatum. — S. bryophila *Fuckel*[2]) auf lebenden Blättern von Moosen, wie Diphyscium foliosum, Polytrichum nanum etc., in Folge dessen die Blätter sich einrollen, bräunen und absterben.

Dimerosporium

3. Dimerosporium *Fuckel.* Der vorigen Gattung ähnliche, sehr kleine, der Blattoberfläche in kleinen Trupps aufgewachsene Perithecien. Sie haben aber in ihrem Umkreise strahlig stehende und oft dendritisch verzweigte schwarze Mycelfäden, die fast schon dem unbewaffneten Auge sichtbar, der Epidermis dicht aufgewachsen sind und oft braune Conidien abschnüren. Bei uns findet sich nur Dimerosporium abjectum *Fuckel* (Sphaeria abjecta *Wallr.*, Meliola abjecta *Schröter*), auf beiden Seiten der Blätter von Veronica officinalis schwarze Flecken bildend. In der heißen Zone sind dagegen zahlreiche ähnliche auf Blättern wachsende, strahlig fädige, schwarze Krusten bildende Pilzformen vertreten, besonders auf dicken lederartigen Blättern, die Kunze unter dem Namen Byssocladium, Fries und v. Thümen als Meliola beschrieben haben.

Gnomonia.

4. Gnomonia *Rabenh.* Die Perithecien sind durch ihre vorstehende, lang halsförmige Mündung von Sphaerella unterschieden. Gnomonia fimbriata *Fuckel* (Sphaeria fimbriata *Pers.*), auf kranken Flecken lebender Blätter von Carpinus Betulus. Die Perithecien treten auf der Unterseite des Blattes als halbkugelige, glänzend schwarze Höcker von fast $^1/_2$ Mm. Durchmesser hervor, welche einzeln, häufiger in kleinen Gruppen dicht beisammen stehen. Jedes hat an der Spitze einen nadelförmigen Hals, welcher an seinem Grunde von weißen Fransen, den Resten der Epidermis des Blattes umgeben ist. Rings um jedes Perithecium oder um die Gruppen derselben ist die Blattmasse ge-

[1]) l. c. pag. 97.
[2]) l. c. Zweiter Nachtrag, pag. 19.

bräunt. — G. Coryli *Fuckel* (Sphaeria Coryli *Batsch)*, auf Blättern von Corylus Avellana.

Lasiobotrys.

5. Lasiobotrys *Kze et Schm.* Die Perithecien sind auf der Oberfläche des Blattes haufenweise zusammengewachsen zu traubig höckerigen, schwarzen Gruppen von 2 bis 5 Mm. Breite und von einem strahlig faserigen, braunen Mycelium umgeben. Schläuche achtsporig, Sporen einzellig, länglich eiförmig. Lasiobotrys Lonicerae *Kze. et Schm.* (Xyloma Lonicerae *Fr.*, Dothidea Lonicerae *Fr.)* findet sich auf den Blättern von Lonicera-Arten, besonders Lonicera Xylosteum, implexa, etrusca in Italien und im Littorale, sowie auf Lonicera caerulea in den Alpen.

Gibbera.

6. Gibbera *Fr.* Die Perithecien über die Oberfläche des Pflanzentheiles hervortretend, in kleinen Gruppen an einander gewachsen, convex bis kegelförmig, ohne äußerlich sichtbares Mycelium. Sporen zweizellig, blaß gefärbt. Gibbera Vaccinii *Fr.* (Sphaeria Vaccinii *Sow.)* bildet auf den lebenden Stengeln von Vaccinium vitis idaea kohlschwarze, behaarte, etwa 1/4 Mm. große Perithecien, welche zu mehreren in kleinen Häufchen verwachsen sind. Dieselben enthalten cylindrische achtsporige Sporenschläuche und Paraphysen. Die Sporen sind länglichrund, in der Mitte mit einer Scheidewand und daselbst etwas eingeschnürt. Mäßig befallene Zweige zeigen gewöhnlich keine kranken Symptome, doch scheinen die stärker ergriffenen allmählich die Blätter zu verlieren und dürr zu werden. — G. Juniperi *Awd.* (Dothidea Juniperi *Desm.)*, auf der Unterseite der lebenden Nadeln des Wachholders; Perithecien der vorigen Art ähnlich, aber etwas glänzend und glatt.

F. Pyrenomyceten als Ursache von Holzgeschwülsten.

Holzkropf von Populus tremula.

1. Der Holzkropf von Populus tremula. Ueber diese Krankheit ist von Thomas[1]), der sie in Thüringen beobachtete, Folgendes mitgetheilt worden. An Stämmen und Zweigen trifft man in größerer Anzahl beisammen Anschwellungen von meist Haselnuß- bis Taubeneigröße, doch sind an Stämmen auch solche von über 65 Cm. Durchmesser vorgekommen. Sie haben eine unbegrenzte, viele Jahre fortgehende Weiterentwickelung. Die ersten Anfänge wurden an zweijährigen Zweigen in der Nähe der Blattnarben gefunden. Diese bestehen in kleinen Anschwellungen von etwa 1 Mm. Durchmesser. Die Hypertrophie findet im Rindengewebe statt, und kann den ganzen Zweig umfassen oder einseitig bleiben. Dann tritt auch eine Anschwellung des Holzkörpers ein. Später kann die verdickte Holzstelle durch Verwitterung der darüber liegenden Rinde freigelegt werden. An der Oberfläche der Anschwellungen bemerkt man, solange die Rinde noch nicht durch Verwitterung zerstört ist, und zwar schon von den ersten Entwickelungsstadien an, feine schwarze Punkte, die Mündungen runder, schwarzwandiger Pykniden, auf deren Innenwand an Basidien länglich elliptische Sporen abgeschnürt werden. Der Pilz ist hiernach eine Diplodia-Form. Das Mycelium findet man

[1]) Verhandl. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1874, pag. 42.

stets in dem hypertrophirten Rindegewebe. Wegen des ausnahmslosen Vorkommens des Pilzes in allen Entwickelungsstadien der Holzkröpfe hält Thomas ihn für die Ursache. Die Anschwellungen wären hiernach Mycocecidien. Es wird vermuthet, daß das Eindringen des Pilzes an den Blattnarben und an Lenticellen erfolgt.

Holzgeschwülste der amerikanischen Kirsch- und Pflaumenbäume.

2. Eine in Amerika unter dem Namen „black Knot“ bekannte, der vorigen ähnliche Gallenbildung an den Kirsch- und Pflaumenbäumen wird nach Farlow[1]) durch einen Pyrenomyceten, Sphaeria morbosa *Schw.*, veranlaßt, der jedoch richtiger zur Gattung Cucurbitaria zu rechnen ist, weil seine Perithecien in Gruppen zusammen gewachsen sind. In den knotenartigen Geschwülsten ist nämlich stets das Mycelium dieses Pilzes zu finden. Es beginnt seine Entwickelung im Cambium. Dadurch wird letzteres zu einer Hypertrophie veranlaßt, nämlich zu einer Wucherung, die als Knoten sich kenntlich macht, und in welcher der Unterschied zwischen Holz und Rinde aufgehoben ist, indem sie aus einem parenchymatösen Gewebe gebildet ist, in welchem die Myceliumstränge des Pilzes sich befinden. Die Gallen haben mehrjähriges Wachsthum; ein solches von dreijähriger Dauer ist sicher constatirt. Der Pilz bringt auf den Geschwülsten auch seine Früchte zur Entwickelung, deren mehrere Formen beschrieben werden, nämlich Conidienträger (besonders von der Form des Cladosporium), Pykniden (der Gattung Hendersonia entsprechend), Spermogonien und endlich die Perithecien mit zweizelligen Sporen. Die Krankheit hat in manchen Gegenden der Vereinigten Staaten fast alle cultivirten Pflaumenbäume zerstört; sie findet sich dort aber auch auf den wildwachsenden Prunus-Arten, nämlich auf der in Hecken und Gebüschen gemeinen Prunus virginiana, auch auf Prunus pennsylvanica, P. americana und P. maritima, während P. serotina frei gefunden wurde. Der Pilz ist also wahrscheinlich von den wilden auf die cultivirten Arten übergegangen. Von den Pflaumenbäumen werden alle Sorten gleich angegriffen, von den Kirschen scheinen manche Sorten mehr empfänglich zu sein als andere. Zur Bekämpfung der Krankheit empfiehlt Farlow, diejenigen Aeste, an denen sich Knoten befinden, nicht bloß abzusägen, sondern auch zu verbrennen, weil auch an den vor der Ausbildung der Perithecien im Sommer gefällten Bäumen diese Früchte im März des folgenden Jahres zur Reife gelangen, Ansteckung also auch von dort aus stattfinden kann. In Europa ist der Pilz und die Krankheit nicht bekannt; doch könnten sie durch Import amerikanischer Arten nach Europa übergeführt werden.

---

[1]) Bulletin of the Bussey institution, Botanical articles 1876, pag. 440 ff. Referirt in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 181.

G. Unterirdische Pyrenomyceten.

Der Wurzeltödter, Rhizoctonia *DC.*

Character dieser Pilze.

Wir haben es hier mit Schmarotzern auf Pflanzenwurzeln zu thun. Ein dickes, gewöhnlich faserig-häutiges, violett gefärbtes Mycelium überzieht die Wurzeln meist total und tödtet sie. Diese auf sehr verschiedenen Pflanzen auftretenden Pilze sind nur in ihrer characteristischen Myceliumform, also noch völlig lückenhaft bekannt, mit Ausnahme einer Art, an welcher man Früchte gefunden hat, nach denen diese Pilze zu den einfachen Pyrenomyceten gehören würden.

Wurzeltödter der Luzerne.

1. Der Wurzeltödter der Luzerne, Rhizoctonia Medicaginis *DC.*, (Rh. violacea *Tul.*, Byssothecium circinans *Fuckel).* In Frankreich ist seit längerer Zeit[1]), gegenwärtig auch in Deutschland, besonders in den Rheingegenden und in Elsaß-Lothringen, auf den Luzernefeldern eine verheerende Krankheit bekannt, bei welcher die Pflanzen zuvor nichts krankhaftes zeigen, dann gelb werden, welken und unaufhaltsam absterben. Das Uebel beginnt an einzelnen Punkten und verbreitet sich von diesen aus ringsum immer weiter, so daß große, kreisrunde Fehlstellen entstehen. An den oberirdischen Theilen der kranken Pflanzen läßt sich keine Krankheitsursache entdecken; wenn man aber die Pflanzen aus der Erde zieht, so zeigt sich die Pfahlwurzel und gewöhnlich alle ihre Verzweigungen bis zu den feinsten Aestchen total überzogen von einem schön violetten, fein faserig-häutigen Pilz, von welchem auch Fasern und dickere Faserstränge abgehen und zwischen den die Wurzel umgebenden Erdtheilchen sich verlieren. Die von dem Pilze überzogenen Wurzeln sind krank, weich und welk oder bereits getödtet; sie werden bald morsch und faulig, und es ist kein Zweifel, daß dieses Absterben der Wurzeln die Ursache der Erkrankung und des endlichen Todes der grünen Theile ist.

Das Mycelium steht mit der Oberfläche des Wurzelkörpers in fester Verbindung. Der letztere ist mit einer aus mehreren Zellenlagen bestehenden Korkschicht überzogen. In den äußersten Zellen derselben und auf der Oberfläche ist eine dicht verfilzte Masse von bräunlich-violetten Pilzfäden entwickelt. Die Dicke dieses Ueberzuges ist an den verschiedenen Stellen sehr wechselnd. Nach außen zu sind die Fäden immer weniger verfilzt, nur locker verflochten und vielfach auf längere Strecken ganz frei verlaufend, wie eine lockere Watte die Wurzel umhüllend. Sie haben eine Dicke von 0,0045 bis 0,009 Mm., sind mit Querscheidewänden versehen, verzweigt und haben mäßig starke, violette Membranen. Auch im Innern der Wurzel ist ein Mycelium zu finden; es hat farblose, zwei- bis dreimal dünnere Fäden, welche zwischen den Zellen und quer durch dieselben hindurchwachsen. Man bemerkt sie besonders im Rinde-

[1]) Zuerst erwähnt von Decandolle, Mém. d. Mus. d'hist. nat., 1815. Der Pilz wurde zuerst von Vaucher 1813 bei Genf auf Luzerne entdeckt.

gewebe. An manchen Stellen, besonders da, wo die Korkschicht dünner ist, und namentlich an den Punkten, wo die gleich zu erwähnenden Pykniden oder deren Anfänge sitzen, sieht man den Zusammenhang mit dem äußeren violetten Mycelium; wenn nämlich die violetten Fäden tiefer eindringen, so verlieren sie ihre Färbung und werden dünner und nehmen dadurch die Eigenschaften des endophyten Myceliums an. Der violette Pilz ist daher nur der oberflächlich entwickelte Theil des Parasiten, in welchem unter gewissen Umständen auch die Fruchtbildung stattfindet. Letztere ist von Fuckel[1]) beobachtet worden. In dem violetten Filz bilden sich stellenweise kugelige Wärzchen von dichter, weicher, dunkeler Beschaffenheit, aus denen sich Pykniden entwickeln. Diese haben eine dicke, aus dicht verflochtenen Fäden bestehende Wand, von welcher nach innen Hyphen sich abzweigen, auf deren Spitze längliche, vierfächerige, violette Sporen abgeschnürt werden. Sie öffnen sich unregelmäßig am Scheitel und entlassen ihren Inhalt als einen violetten Schleim. Fuckel hat auch Perithecien gefunden, wonach er dem Pilz den Gattungsnamen Byssothecium gab. Diese entwickeln sich erst im Herbst an den schon ganz in Fäulniß übergegangenen Wurzeln, die durch die Rhizoctonia getödtet worden sind. Sie haben eine porenförmige Mündung und schließen Sporenschläuche ein, deren jeder 8 länglicheiförmige, vierzellige, violette Sporen enthält. Ueber das Schicksal dieser Sporen und über dir erste Entwickelung des Pilzes auf dem Acker ist nichts bekannt. Es hat zwar Fuckel den Schneeschimmel (Lanosa nivalis *Fr.)* für den ersten Entwickelungszustand des Wurzeltödters erklärt. Dies ist ein bisweilen zu Ende des Winters unter dem Schnee auf der Erde und auf Pflanzen sich zeigendes spinnewebartiges, aus weißen Fäden bestehendes Mycelium, welches an den Seiten der Fäden büschelweise stehende, länglichkeulenförmige, 2- bis 5zellige, röthliche Conidien abschnürt.[2]) Allein mit Sicherheit ist der Nachweis des Zusammenhanges nicht geliefert worden. Wir wissen nicht, ob zur Ueberwinterung des Pilzes im Boden Theile des alten Mycelium genügen oder ob dazu die Sporen erforderlich sind. Gewiß ist nur, daß der Pilz, wenn er einmal vorhanden ist, unterirdisch durch sein Mycelium sich auf benachbarte gesunde Pflanzen verbreitet und diese ebenfalls tödtet. Feuchter Boden scheint die Entwickelung des Pilzes zu begünstigen, doch schließt trockener die Krankheit nicht aus.

Bekämpfung.

Erfolgreiche Mittel zur Vertilgung der Krankheit besitzen wir bis jetzt nicht. Um die Weiterverbreitung des Pilzes zu verhindern, empfiehlt es sich rings um die verwüsteten Stellen Gräben zu ziehen von der Tiefe der Wurzeln. Da wir nicht wissen, wie lange der Pilz nach einer stattgefundenen Krankheit an den Wurzelresten im Boden lebendig bleibt, so läßt sich auch kein Rath geben, wie lange man warten muß, ehe auf einem verpilzten Acker wieder die Nährpflanze gebaut werden darf. Sollte nun der Pilz außer der Luzerne auch noch andere Nährpflanzen haben, worüber sogleich weiteres zu bemerken ist, so würden dementsprechende weitere Rücksichten zu nehmen sein.

---

[1]) Bot. Zeitg. 1861 Nr. 34, und Symbolae mycol. pag. 142.

[2]) Vergl. Näheres über diesen Pilz bei Pokorny in Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1865, pag. 281.

Wurzeltödter auf anderen Pflanzen.

Dem Wurzeltödter der Luzerne gleiche oder sehr ähnliche Pilze von gleichverderblicher Wirkung sind auch auf einer Reihe anderer Pflanzen bekannt und zwar nur in der Mycelform. Tulasne[1]) hält alle diese für eine und dieselbe Species und hat daher für alle den Namen Rhizoctonia violacea. Bei aller Wahrscheinlichkeit, die diese Ansicht hat, darf sie doch nicht als erwiesen betrachtet werden, da man die Früchte dieser anderen Parasiten nicht kennt, und auch noch kein Versuch gemacht worden ist, sie von der einen auf eine andere Nährspecies zu übertragen.

Tulasne (l. c.) giebt als weiteres Vorkommen des Wurzeltödters noch an: Rothklee, Ononis spinosa, Spargel, Sambucus Ebulus, Färberröthe (nach Decaisne[2]) soll der Pilz im südlichen Frankreich mit außerordentlicher Schnelligkeit die Wurzeln dieser Pflanze befallen und sehr schädlich wirken), sowie die Wurzeln der Orangenbäume. Kühn[3]) fand ihn unter den gleichen Symptomen auf Fenchel, Möhren und anderen Umbelliferen, ferner an den Zucker- und Futterrüben namentlich in feuchtem, undrainirtem Lande. Die Zersetzung beginnt am unteren Ende der Rüben und schreitet nach oben fort, indem der Pilz zuerst in kleinen, bräunlichpurpurrothen Warzen auftritt, die sich vergrößern und vereinigen. Das Mycelium wächst Anfangs nur in der Rinde, später dringt es tiefer ein und veranlaßt Fäulniß. Ferner kommt der Pilz vor an den Knollen der Kartoffeln, wo er ebenfalls zuerst von Kühn (l. c.) erwähnt wird. Hier sind nach Hallier's[4]) Beobachtungen die Knollen zuerst im Innern vollkommen gesund; die Schale ist unverletzt, aber mit dem purpurvioletten Mycelium bekleidet. Die davon überzogenen Stellen erscheinen dann etwas eingesunken. An dem Mycelium bilden sich inzwischen zahlreiche schwarze Punkte; es sind knollenförmige Bildungen desselben, deren äußere Zellen schwarz-purpurroth sind und nach innen in farblose übergehen. Diese Körper stellen also Sclerotien dar. Nur da, wo sie der Kartoffelschale aufsitzen, dringen auch Myceliumfäden in das Innere der Knolle. Zuletzt tritt Fäulniß ein, und zwar beginnend an den am stärksten ergriffenen Stellen, wo dann die Schale sich völlig zerstört erweist. Endlich gehört hierher auch

Der Safrantod.

Der Safrantod (**Rhizoctonia crocorum** *DC.*, **Rhizoctonia violacea** *Tul.*). Dieser Parasit befällt die Zwiebelknollen des Safrans. Er bildet anfangs auf der Innenseite der Zwiebelschale kleine, weiße, flockige Häufchen, deren Fäden dann sich nach allen Seiten ausbreiten und allmählich einen dünnen Ueberzug auf der Innenseite der Schale bilden. An Stelle der flockigen Häufchen entwickeln sich dichtere, fleischig weiche, kegelförmige Wärzchen (vielleicht Anfänge von Pyknidien oder Perithecien). Alle diese Theile nehmen allmählich violette Farbe an; später dringt das Mycelium auch nach außen, umspinnt und verklebt die Schalen und wuchert nun auf der Oberfläche derselben üppig weiter als eine violette, faserige Hülle, auch reichlich Fadenstränge in den Boden sendend. An diesem äußerlichen Mycelium, sowol auf den Zwiebeln, als auch auf den im Boden wachsenden Strängen entstehen rundliche oder längliche knollenartige Bildungen (Sclerotien). Das im Boden wach-

[1]) Fungi hypogaei, pag. 188.
[2]) Recherches anat. et physiol. sur la Garange. Bruxelles 1837, pag. 55.
[3]) Krankheiten der Kulturgewächse. pag. 224.
[4]) Zeitschr. für Parasitenkunde 1873. I. pag. 48.

sende Mycelium dringt bis zu benachbarten Zwiebeln, die dann von dem Pilze in derselben Weise befallen werden. Zuletzt wird die Zwiebel bis auf die härteren Theile, nämlich bis auf die Gefäßbündel, die als ein gelblicher Kern zurückbleiben, und bis auf die faserigen vom Mycelium bedeckten Zwiebelhäute zerstört. Der Pilz richtet auf den Safranfeldern in Südfrankreich, wo er ebenfalls kreisförmige Fehlstellen erzeugt, große Verheerungen an; dort zeigte sich die Krankheit (mort du safran) schon Mitte des vorigen Jahrhunderts in solchem Grade, daß die Akademie der Wissenschaften zu Paris um Aufklärung und Hilfe befragt wurde und auf ihre Veranlassung Duhamel[1]) zuerst die Krankheit genauer untersuchte. Dieser beobachtete bereits die erwähnten fleischigen Wärzchen, weshalb er den Pilz für eine kleine Trüffelart hielt, und erkannte auch, daß derselbe sich vermehrt durch eine große Menge von Mycelfäden, die er Wurzeln nannte und welche die Decken der Zwiebeln durchdringen und das Fleisch aussaugen. Tulasne (l. c.) hat den Pilz von neuem untersucht und das Weitere, was soeben über ihn mitgetheilt wurde, ermittelt. Er zieht, wie schon erwähnt, auch diesen Parasiten zu Rhizoctonia violacea.

Außerdem sind in Fries' Systema mycologicum noch andere Rhizoctonia-Arten aufgezählt, die aber noch zu wenig bekannt sind, als daß man etwas Genaueres über sie sagen könnte. So eine Rhizoctonia allii *Grev.* auf Allium ascalonicum. Sie soll nach Passerini[2]) auch in Oberitalien in nassen Sommern die Zwiebeln von Allium sativum zerstören. Ferner Rhizoctonia Batatas *Fr.* auf Bataten in Nord-Amerika. Von der Rhizoctonia Mali *DC.*, welche Decandolle auf den Wurzeln junger Apfelbäume gefunden hat, ist es wahrscheinlicher, daß sie das Mycelium des Agaricus melleus (s. pag. 520) gewesen ist.

Pocken der Kartoffeln.

2. **Die Pockenkrankheit der Kartoffeln.** Mit diesem Namen wird eine zuerst von Kühn (l. c.) beobachtete Krankheit der Kartoffelknollen bezeichnet, bei welcher an einzelnen Stellen stecknadelkopfgroße oder etwas größere, anfangs weißliche, später dunkelbraune Pusteln auf der Schale auftreten. Dieselben haben den Bau von Sclerotien; von ihrer Oberfläche ziehen sich einzelne braune, septirte Myceliumfäden freiwachsend auf der Schale hin. Soweit die Beobachtungen reichen, wird die Knolle dadurch nicht weiter beschädigt, sie bleibt zu allen ihren Verwendungen, insbesondere zur Verfütterung und zur Brennerei tauglich; bei den Speisekartoffeln wird nur durch das Unansehnlichwerden der Werth vermindert. Der Pilz ist von Kühn Rhizoctonia Solani genannt worden. Von der Rhizoctonia violacea auf der Kartoffel scheint er nach Vorstehendem verschieden zu sein; doch ist darüber und ob er überhaupt in diese Gattung gehört nicht eher etwas entschieden, als bis seine weitere Entwickelung bekannt ist.

H. Zusammengesetzte Pyrenomyceten.

Character dieser Pilze.

Bei den sogenannten zusammengesetzte Pyrenomyceten sitzen die Perithecien nicht unmittelbar auf dem Mycelium, sondern in einem ge-

[1]) Vergl. Decandolle in Mém. du Mus. d'hist. nat. 1815.

[2]) Vergl. Hoffmann's mykologische Berichte in Bot. Zeitg. 1868, pag. 180.

meinschaftlichen größeren Fruchtkörper, welcher hier als Stroma bezeichnet wird und wieder von sehr verschiedener Form und Beschaffenheit sein kann. Er bildet die oft in großer Zahl vorhandenen Perithecien bald auf seiner Oberfläche, bald im Innern. Nach den Verschiedenheiten dieses Fruchtbaues werden die Gattungen eingetheilt. Als Parasiten auf Pflanzen kommen die Gattungen Phyllachora, Polystigma, Epichloe, Nectria und Claviceps in Betracht.

I. Phyllachora *Nitschke.*

Der Blattschorf, Phyllachora.

Die durch diese Pilze hervorgerufene Krankheitserscheinung kann als Blattschorf bezeichnet werden. Denn das Stroma bildet eine in der Substanz des Blattes befindliche, wenig erhabene, tief schwarze, mehr oder weniger glänzende Kruste von unbestimmtem Umriß und verschiedener Größe. Darin befinden sich die Perithecien, und zwar, da sie fast die Dicke des Stroma erreichen, in einer einfachen Reihe oder Schicht neben einander, als runde Fächer, deren jedes mit einem Porus an der Oberfläche des Stroma mündet und deren heller Kern aus feinen Paraphysen und cylindrischen, mit je 8 länglichen oder eiförmigen, ein- oder zweizelligen, farblosen Sporen versehenen Sporenschläuchen besteht (Fig. 112). Ihre vollständige

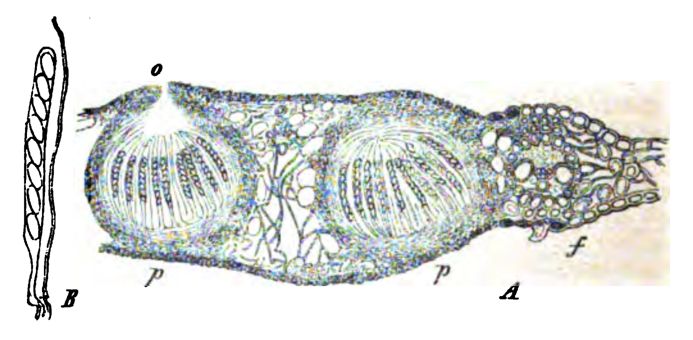


Fig. 112.

Phyllachora graminis *Fuckel.* A Querdurchschnitt durch das in der Blattsubstanz entwickelte, an seiner Oberfläche (dem in der Epidermis liegende Theile) geschwärzte Stroma; der Schnitt ist durch zwei im Stroma neben einander liegende Perithecien pp gegangen. o Mündung des einen Perithecium. f Fibrovasalstrang. 200fach vergrößert. B Ein Sporenschlauch und eine Paraphyse aus einem Perithecium. 500fach vergr.

Reife erlangen die Perithecien erst an dem verwelkten oder abgefallenen Blatte im Herbste oder Winter. Theile, die mit solchen Schorfen behaftet sind, werden bald schneller bald langsamer gelb oder braun und vertrocknen. Ueber die Entwickelung dieser Pilze aus ihren Sporen sind bis jetzt keine Versuche gemacht worden; auch darüber, ob das Mycelium dieser meist auf

perennirenden Pflanzen vorkommenden Pilze bis in die überwinternden Theile reicht und mit diesen lebendig bleibt oder nicht, ist nichts bekannt.

Auf Gräsern.

1. **Phyllachora graminis** *Fuckel* (Sphaeria graminis *Pers.*, Dothidea graminis *Fr.*), auf Grasblättern längliche, schwarze, schwach glänzende, etwas erhabene, an beiden Blattseiten sichtbare Krusten bildend, in denen die Perithecien noch bei Lebzeiten des Blattes angelegt werden (Fig. 112). Das Stroma besteht aus zahlreichen, feinen Pilzfäden, welche zwischen und in den Zellen des Gewebes wachsen und dadurch das letztere mit Ausnahme der Fibrovasalstränge verdrängen, so daß an Stelle des Gewebes das Stroma tritt. Alle Grenzen des letzteren, sowol die an der Oberfläche des Blattes, als auch die im Innern befindlichen, sind durch eine Schwärzung der Pilzfäden bezeichnet. Die schwarze Grenzschicht liegt innerhalb der Epidermis. Jedes Perithecium hat eine ebenfalls aus gebräunten Fäden bestehende, dunkle Wand. Am häufigsten ist dieser Pilz auf Triticum repens, dessen befallene Blätter bald gelb werden. In der Regel werden alle Blätter eines Triebes nach einander fleckig und krank. Die auf anderen Gräsern vorkommenden Blattschorfe hat man als besondere Arten aufgestellt; ob mit Recht, ist unentschieden. Die Unterschiede in der Form des Stroma hängen selbstverständlich von der Form des Blattes ab. Einreihige oder zweireihige Lage der Sporen in den Schläuchen findet sich bei einem und demselben Pilze. Bei manchen Formen hat man undeutlich septirte Sporen beobachtet, während sie bei der gewöhnlichen Form einzellig sind. Es giebt solche Formen auf Bromus, auf Aira flexuosa (wo das Stroma an den sehr schmalen Blättern nur eine oder mehrere über einander stehende, ringsum gehende, schwarze Verdickungen bildet), auf Poa nemoralis und bulbosa (Phyllachora gangraena *Fuckel*, Sphaeria gangraena *Fr.*, ebenfalls eine ringsum gehende schwarze Geschwulst bildend), auf Cynodon Dactylon, Andropogon Gryllus und Andropogon Ischaemum, Setaria glauca.

Auf dem Adlerfarn.

2. **Phyllachora Pteridis** *Fuckel* (Dothidea Pteridis *Fr.*). Dieser Pilz bewirkt eine sehr ausgezeichnete Krankheit des Adlerfarns (Pteris aquilina). Im Sommer bekommt der ganze bereits vollständig entwickelte und manchmal auch fructificirende Wedel eine weniger lebhafte grüne Farbe. Auf der Unterseite sämmtlicher Fiederchen zeigen sich längliche, schwarze Flecken, welche regelmäßig zwischen den von der Mittelrippe gegen den Rand des Fiederchens laufenden Seitennerven liegen und daher diesen gleich gerichtet sind. Der leidende Zustand des Wedels steigert sich, indem das Colorit immer mehr in Gelb übergeht und die schwarzen Flecken immer deutlicher und vollständiger auftreten, so daß der Wedel unterseits wie schwarz bemalt erscheint. Endlich tritt Absterben und Dürrwerden ein. An dem noch lebendigen kranken Wedel sieht man nicht selten auf den schwarzen Flecken kleine hellbraune Gallerttröpfchen, in denen zahllose, cylindrisch-spindelförmige, einzellige, farblose Spermatien enthalten sind. Dieselben sind aus Spermogonien hervorgequollen, die in dieser Periode auf manchem Stroma gebildet werden. Die Perithecien entstehen erst nach dem Tode.

Auf Birken.

3. Phyllachora betulina *Fuckel* (Xyloma betulinum *Fr.*, Dothidea betulina *Fr.*), auf den Blättern von Betula alba und in Norwegen und Lappland auch auf Betula nana beobachtet, bildet im Spätsommer kleine, rundliche, schwarze, höckerige Schorfe, die oft in unzähliger Menge beisammenstehen oder zusammenfließen, über die ganze Oberseite des Blattes verbreitet.

Die Perithecien erreichen ihre Reife erst an den verwesenden Blättern im folgenden Frühling. Fuckel[1]) beobachtete den Pilz an einem Standorte seit 8 Jahren alljährlich immer nur an zwei kleinen Bäumen, während die umstehenden gesund waren, was an ein Perenniren des Myceliums im Baume denken läßt.

Auf Ulmen.

4. **Phyllachora Ulmi** *Fuckel* (**Sphaeria Ulmi** *Sow.*, **Dothidea Ulmi** *Fr.*), an der Oberseite der Blätter der Ulmen im Spätsommer rundliche, verschieden große, oft sehr zahlreiche Krusten bildend. Das befallene Blatt entfärbt sich schneller oder langsamer. Die Perithecien reifen am abgefallenen Laub.

Aehnliche Pilze auf anderen Pflanzen.

5. An **Phyllachora** schließen wir noch folgende Parasiten als wahrscheinlich nächstverwandte an.

a) **Scirrhia rimosa** *Fuckel* (**Sphaeria rimosa** *Alb. et Schw.*, **Dothidea rimosa** *Fr.*). Auf der Unterseite bleicher Flecken lebender Blätter von **Phragmites communis** fand Fuckel[2]) einen Conidienträgerpilz (**Hadrotrichum Phragmites** *Fuckel*), welcher in dunklen Räschen aus der Epidermis bricht. Diese bestehen aus aufrechten, dichtstehenden, einfachen, dicken Hyphen, die an der Spitze je eine kugelige, einzellige, braune Spore abschnüren. Später entsteht nach Fuckel in den Räschen ein Stroma mit Perithecien, welche in zwei oder mehreren Schichten übereinander liegen.

b) Vielleicht gehört hierher auch das **Polythrincium Trifolii** *Kze.* (s. pag. 591), weil hier ebenfalls in dem conidienbildenden Stroma später eine Bildung von Spermogonien beginnt, die als **Sphaeria Trifolii** *Pers.* bezeichnet wurden. Fuckel hat dem Pilze den Namen **Phyllachora Trifolii** gegeben, obgleich er Perithecien nicht gesehen hat.

c) In den Blattflecken, welche **Septoria Podagrariae** *Lasch.* (s. pag. 619) an **Aegopodium Podagraria** hervorbringt, entwickeln sich später Perithecien, deren Reifezustand aber unbekannt ist. Fuckel[3]) rechnet diesen Pilz und einige andere Spermogonienformen auf Umbelliferen zu **Phyllachora**.

d) Auf Blättern tropischer Pflanzen, besonders aus Brasilien und Surinam kommen ähnliche schwarze Krusten vor, die vielleicht zu **Phyllachora** gehören, so auf Melastomaceen, auf **Croton**, **Crotalaria**, **Cyperus** etc.

II. Polystigma *Tul.*

Rothflecken an den Blättern der Pflaumen ꝛc. durch Polystigma-Arten.

Das Stroma dieser Pilze ist ebenfalls ein in der Blattmasse sitzendes flaches Lager, aber von leuchtendrother Farbe und fleischiger Beschaffenheit. Am grünen Blatte enthält es in zahlreichen, durch ebensoviele punktförmige Mündungen sich nach außen öffnenden, kugeligen Fächern Spermogonien (Fig. 113). Die Perithecien entwickeln sich erst während des Winters an dem abgefallenen Blatte, wo das Stroma dann braun geworden ist und die Spermogonien verschwunden sind. Sie sind sammt den Sporenschläuchen und Sporen sehr ähnlich denen der vorigen Gattung. Auch mit diesen Pilzen sind Versuche über Infection und Entwickelung aus Sporen noch nicht angestellt worden.

1. **Polystigma rubrum** *Tul.* (**Xyloma rubrum** *Pers.*, **Dothidea**

---

[1]) l. c. pag. 217.
[2]) l. c. pag. 221.
[3]) l. c. pag. 218.

rubra *Fr.*), die Ursache der Rothflecken der Pflaumenblätter. Die auf den Blättern der Pflaumenarten und des Schwarzdorns im Hochsommer häufig vorkommenden feuerrothen Flecken sind das Stroma des genannten Pilzes. Sie sind auf beiden Seiten des Blattes zu sehen, wenig dicker als dieses, im Allgemeinen von rundlichem, jedoch nicht ganz regelmäßigem Umriß und meist ansehnlicher Größe, indem nicht selten ein einzelnes Stroma die Hälfte und mehr der ganzen Blattfläche erreicht oder mehrere zusammengeflossene auf einem Blatte sich zeigen. Das Stroma wird vom Blattgewebe und vom Pilze zugleich gebildet. Die Epidermis bleibt nämlich unversehrt erhalten und das Mesophyll wird sogar etwas hypertrophisch, es entwickelt sich zu einem parenchymatösen, von den Fibrovasalsträngen durchzogenen Gewebe, dessen Zellen chlorophylllos sind und welches reichlich durchwuchert ist von den kräftigen Fäden des Pilzes. Das Stroma ist daher von etwas fleischiger Beschaffenheit; die röthliche Farbe ist den Pilzfäden eigen. Das stärkere Wachsthum des Mesophylls hat zur Folge, daß das Stroma an der Unterseite des Blattes ein wenig erhaben wird. An dieser Seite bemerkt man auf demselben feine, oft schwer erkennbare, dunklere Pünktchen, die porenförmigen Mündungen der Spermogonien. Letztere bilden sich im Stroma dadurch, daß an gewissen Stellen die Pilzfäden zu dichten Knäueln sich verflechten und letztere sich zu einem kugeligen Behälter erweitern, welcher mit seinem zur Mündung sich ausbildenden Scheitel die Epidermis der unteren Seite des Stroma durchbricht und auf seiner Innenwand mit dichtstehenden, graden, einfachen Fäden bekleidet ist, auf denen die Spermatien abgeschnürt werden. Letztere sind fadenförmig, nach oben verdünnt und hakenförmig gekrümmt (Fig. 113). Dieselben werden aus der Mündung der Spermogonien in Menge ausgestoßen, und zwar in einer schleimigen Masse eingebettet, die man als kleine Schleimtröpfchen oft auf den Mündungen der Spermogonien bemerkt. Eine weitere Entwickelung erreicht der Pilz, solange das Blatt

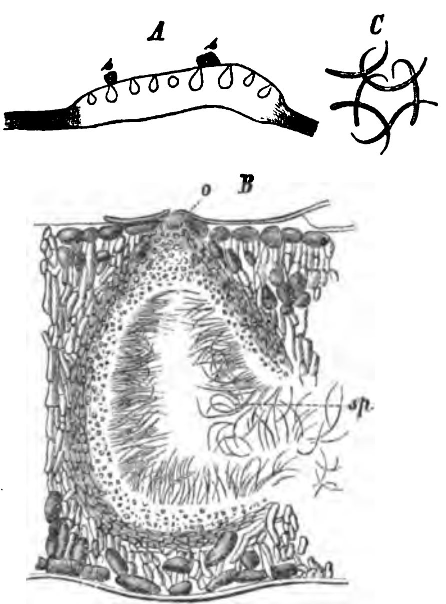


Fig. 113.

Polystigma rubrum *Tul.* A Durchschnitt durch das rothe Stroma auf einem Pflaumenblatte. Die an der Oberfläche mündenden Spermogonien sind sichtbar; bei ss ausgestoßene Schleimmassen mit Spermatien. Schwach vergrößert. B Durchschnitt eines Spermogoniums, o Mündung, sp Spermatien. Stark vergrößert; nach Tulasne. C. Spermatien, sehr stark vergrößert.

noch lebendig ist und am Baume hängt, nicht. Tulasne[1]) hat die oben erwähnten Perithecien an dem abgefallenen Laub gefunden; dieselben erreichen im Frühlinge ihre Reife. Die Sporenschläuche sind keulenförmig und enthalten je 8 länglichrunde, einzellige, farblose Sporen, welche um diese Zeit mit Keimschläuchen zu keimen vermögen. Die Krankheit ist jedenfalls nachtheilig. Man sieht oft Pflaumenbäume, deren ganzes Laub rothfleckig ist. Zwar bleiben die befallenen Blätter ziemlich lange lebendig am Baume, aber die zahlreichen großen Flecken an und für sich verkleinern den grünen Theil der Blattfläche und beeinträchtigen somit die Assimilation. Das Entfernen und Vernichten des abgefallenen kranken Laubes oder das Untergraben desselben im Herbste würde geeignet sein um den Zutritt der Sporen der Perithecien zum Laub zu verhindern. Sollte jedoch das Mycelium im Baume überwintern, worüber bis jetzt nichts entschieden ist, so würde jene Maßregel nicht genügen, um die Krankheit zu bekämpfen.

2. **Polystigma fulvum** *Tul.* (**Dothidea fulva** *Fr.*), auf den Blättern von Prunus Padus dem vorigen Pilze fast ganz gleiche, aber lebhaft orangegelbe Flecken bildend, häufiger in den Gebirgsgegenden als im Tieflande.

III. Epichloë *Tul.*

Kolbenpilz der Gräser, Epichloë typhina.

Mit der vorigen Gattung stimmt die vorstehende durch ihr hellfarbiges, fleischiges, aus dem Blatte sich entwickelndes Stroma überein, unterscheidet sich aber durch die auf dem jungen Stroma stattfindende Conidienbildung und durch die schon auf der lebenden Pflanze und zwar auf der Oberfläche des Stroma entstehenden Perithecien.

Epichloë typhina *Tul.* (**Sphaeria typhina** *Pers.*, **Polystigma typhinum** *DC.*, **Dothidea typhina** *Fr.*) ist die Ursache einer sehr ausgezeichneten Krankheit, die man passend als Kolbenpilz der Gräser bezeichnen kann. Sie kommt an verschiedenen Gramineen, besonders am Timothegras (**Phleum pratense**), und zwar sowohl an der wildwachsenden als an der angebauten Pflanze vor; außerdem beobachtete ich sie an **Dactylis glomerata**, **Poa nemoralis**, **Holcus lanatus** und **Agrostis vulgaris**; Kühn fand sie auch an **Brachypodium sylvaticum**. An dem jungen, noch nicht blühenden Halme bekommt die Scheide des obersten Blattes, welche die jüngsten Blätter noch umhüllt, ringsum in ihrer ganzen Länge und bisweilen noch ein kleines Stück auf der Unterseite der noch nicht völlig ausgebreiteten Blattfläche sich fortsetzend, ein weißliches Aussehen. Von diesem Zeitpunkte an verlängert sich diese Scheide nicht mehr erheblich, bleibt also kürzer als im normalen Zustande, und auch das weitere Wachsthum der ganzen von dieser Scheide umhüllten Triebspitze kommt in der Regel zum Stillstand. Nun vergrößert sich die weiße Walze, indem sie etwas länger und verhältnißmäßig dicker wird (Fig. 114), wobei allmählich ihre Farbe in Goldgelb, endlich in Rothbraun übergeht. Da nun inzwischen das oberste Blatt, welches zu der erkrankten Scheide gehört, allmählich verwelkt und verdirbt, und die eingeschlossene Triebspitze erstickt ist, so trägt der Halm eigentlich nur den beschriebenen Pilzkörper, der daher jedesmal an seiner Basis von dem letzten Halmknoten begrenzt ist, und sieht einem kleinen Rohrkolben nicht unähnlich. Seine

---

[1]) **Selecta Fungorum Carpologia II. pag. 76.**

Größe richtet sich nach der Größe des Grases; bei Phleum und Dactylis wird er bis 9 Cm. lang und 2—4 Mm. dick, bei Agrostis vulgaris ungefähr 1 Cm. lang und kaum 2 Mm. dick. Es ist das Stroma des Pilzes, welches mit dem der vorigen Gattung insofern Aehnlichkeit hat, als der Blattkörper und der Pilz zusammen an seiner Bildung betheiligt sind, nur in anderer Weise. Der Querdurchschnitt durch das sehr junge Stroma (Fig. 114 B) zeigt das Zellgewebe sowohl der äußeren Scheide als auch der von ihr umschlossenen jüngeren Theile ziemlich deutlich erhalten, aber alles durchwuchert von einer Menge Pilzfäden, die vorzugsweise zwischen den Zellen wachsen, hier und da auch in dieselben eindringen. Vielfach sieht man die Fäden auch aus der äußeren Scheide in die inneren Theile hinüber wachsen, und stellenweise ist der Raum dazwischen sogar von einer dicht verfilzten Masse von Pilzfäden ausgefüllt. Die mächtigste Entwickelung erreicht der Pilz an der Außenfläche der Scheide. Hier durchbrechen die Fäden überall die Epidermis, meist indem sie die Epidermiszellen auseinanderdrängen, und vereinigen sich auf der Außenfläche der Scheide zu einem Filzgewebe, welches als eine fest angewachsene, fleischige, weißliche Hülle das

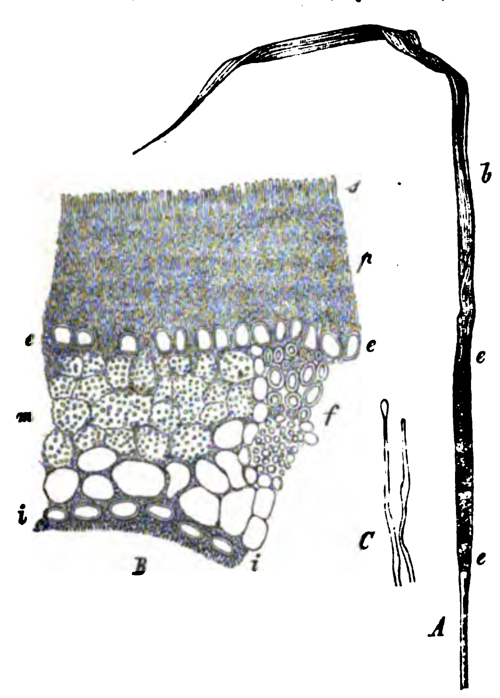


Fig. 114.

Stroma der Epichloë typhina auf der obersten Blattscheide von Phleum pratense. A der obere Theil des erstickten Halmes mit dem letzten entwickelten Blatte b, auf dessen Scheide das Stroma ee entstanden ist. B Stück eines Durchschnittes durch ein solches Stroma von Agrostis vulgaris, m das vom Mycelium durchwucherte Blattgewebe, f Fibrovasalstrang, ii die Epidermis der Innenseite der Scheide, zwischen deren Zellen das Mycelium nach den inneren Theilen der Knospe dringt. ee Epidermis der Außenseite der Scheide, zwischen den Zellen derselben wächst das Mycelium hervor, um sich zu dem Stroma p zu entwickeln, dessen Fäden an der Oberfläche ein conidienabschnürendes Hymenium s bilden. 200fach vergrößert. C Zwei conidienbildende Fadenenden. 500fach vergrößert.

Ganze vollständig bedeckt (Fig. 114 B, p). Dieser Pilzmantel wird nun immer dicker, indem die Fäden, welche, obgleich sie dicht miteinander verfilzt sind, doch vorwiegend in radialer Richtung stehen, an ihren äußeren

Enden wachsen und durch Verzweigung sich vermehren. Auf diese Weise kann dieser Theil den Durchmesser der Blattscheide erreichen. Auch in der letzteren vermehren sich die Pilzfäden, doch bleibt das Blattgewebe ziemlich deutlich erhalten und die Grenze ist immer zu finden an den noch deutlich erkennbaren in einer Reihe liegenden, nur etwas verschobenen Epidermiszellen. Die äußersten kleinen Aestchen der Fäden des jungen, noch weißen Stroma schnüren kleine eiförmige Conidien ab (Fig. 114 B u. C). Die ganze Oberfläche des Stroma ist daher zunächst ein Lager von Conidien, welches diese Pilzgattung von den verwandten unterscheidet. Die weitere Eigenthümlichkeit ist die, daß nachdem die Conidienbildung eine Zeit lang angedauert hat, auf der ganzen Oberfläche des Stroma dicht nebeneinander stehende, zahllose, kleine, fast kugelrunde, fleischig weiche, gelbliche Perithecien sich bilden, die eine Farbenveränderung des Stroma bedingen und durch die dasselbe wie punktirt erscheint. Sie haben am Scheitel eine porenförmige Mündung und enthalten achtsporige Schläuche mit cylindrischen, farblosen Sporen. Dieselben erreichen bereits im Sommer auf der Pflanze ihre Reife. Die Entwickelung des Pilzes aus Sporen ist noch nicht aufgeklärt. De Bary[1]) hat nachgewiesen, daß das Mycelium vom Grunde der Graspflanze im Halme, und zwar in den Intercellularräumen des Markes emporsteigt. Ob es in den perennirenden Theilen überwintert, ist unbekannt. Die Conidien sind sogleich nach ihrer Reife keimfähig. Was aus ihnen und was aus den Ascosporen der Perithecien wird, weiß man ebenfalls nicht. Der Pilz bewirkt Vereitelung der Blüten- und Fruchtbildung, und die erstickten Halme bleiben niedriger als die normalen. Nur einmal fand ich Pflanzen von Poa nemoralis, wo trotz des Befallens die Rispe zur vollständigen Entwickelung gekommen war, was offenbar von einer Verspätung der Pilzentwickelung herrührte. Ein Fall epidemischen Auftretens ist zuerst von Kühn[2]) beobachtet worden, wo in einem großen, mit Timothegras gemengten Kleeschlag ein Dritttheil der Pflanzen befallen war. Bei Wolkenstein im Erzgebirge fand ich die Krankheit über einen großen mit reinem Timothegras bestellten Acker ganz gleichmäßig und so stark verbreitet, daß das Feld zwar obenhin grün erschien, weil dort nur die aufgekommenen gesunden Pflanzen zu sehen waren, aber überall, wo man bereits abgemäht hatte, vom Boden an etwa 1/2 M. hoch ein gleichmäßiger brauner Gürtel sich zeigte, der schon aus weiter Entfernung ziemlich scharf von dem Grün der höheren Partie abstach und von den zahllosen erstickten Pflanzen herrührte. Bei unserer Unkenntniß der Entwickelungsweise des Parasiten läßt sich gegenwärtig über die Bekämpfung der Krankheit nichts sagen.

IV. Nectria *Fr.*

Character dieser Pilze.

Diese Gattung hat fleischige, hochrothe oder grünliche Perithecien, welche einzeln oder häufiger zu mehreren beisammen der Oberfläche eines kleinen warzenförmigen Stroma frei aufsitzen; sie enthalten Schläuche mit je 8 länglichen, meist zweizelligen Sporen. Als conidientragende Form gehört mit Sicherheit zu diesen Pilzen wenigstens diejenige, die als Tubercularia beziehendlich Chaetostroma bezeichnet wird. Dies sind

---

[1]) Flora 1863, pag. 401.

[2]) Zeitschr. des landw. Centralver. d. Prov. Sachsen. 1870. Nr. 12.

kleine, meist rothe, wärzchenförmige Stromata, auf denen Conidien abgeschnürt werden. Die Perithecienfrüchte, wenn solche überhaupt gebildet werden, was nicht immer eintritt, folgen ihnen nach, ja nicht selten entstehen auf demselben Stroma, welches anfänglich Conidien abschnürte, nachher die Perithecien. Von allem, was man sonst noch als Organe von Nectria ausgegeben hat, ist die Zugehörigkeit nicht sicher erwiesen. Viele Formen von Nectria, vorzüglich diejenigen, welchen die Tubercularia vorausgeht, finden wir als Saprophyten auf faulendem Holze. Wo solche Pilze auf abgestorbenen Partien, sogen. brandigen Theilen sonst noch lebender Baumstämme (s. pag. 157) vorkommen, scheinen sie auch wirklich parasitisch die lebenden Gewebe ergreifen und zum Absterben bringen zu können.

Rothbuchenkrebs durch N. ditissima.

1. **Nectria ditissima** *Tul.* ist nach R. Hartig[1]) die Ursache einer Art des Rothbuchenkrebses. Sie veranlaßt Krebsgeschwülste (pag. 157), die bisweilen in ganzen Beständen die Triebe der befallenen Buchen von unten bis zur Spitze bedecken und sowohl ganz junge als auch bis zu 10 Jahre alte Stammtheile ergreifen. Das Mycelium perennirt im Rinde- und Bastgewebe der Krebsgeschwulst und breitet sich in demselben weiter aus, was oft aus verschiedenen Gründen ungleichmäßig geschieht, wodurch die Geschwulst unregelmäßig wird. Aus der Rinde der befallenen Theile brechen die Fruchtkörper des Pilzes hervor in Form zahlreicher, zerstreuter, rother Polster. Diese stellen entweder die Tubercularia dar, deren Stroma glatte Oberfläche hat und auf derselben an dicht beisammenstehenden verzweigten Fäden cylindrische, mit mehreren Querscheidewänden versehene Conidien abschnürt, oder es sind die Nectria-Früchte, d. h. sie sind besetzt mit den kleinen runden Perithecien von der oben beschriebenen Beschaffenheit. R. Hartig hat Infectionsversuche angestellt, indem er Nectria-Sporen in eine Wunde der Rinde brachte; es entwickelten sich darnach an der Infectionsstelle die conidientragenden Fruchtkörper, und nach einigen Wochen traten daselbst Stromata mit Nectria-Früchten auf. Die Conidien keimen schnell und entwickeln schimmelartige Bildungen, an denen ähnliche Conidien, aber mit wenigen Querscheidewänden gebildet werden. R. Hartig hat die parasitische Wirkung des Pilzes auch durch Aussaat der Nectria-Sporen auf andere lebende Theile der Rothbuche zu erweisen gesucht. Auf grünen Blättern hatte dies die Entstehung erbsengroßer brauner Flecken, auf treibenden Knospen Verkümmerung aller Blätter, aber keine weiteren Erkrankungen zur Folge.

Zweigdürre des Buchsbaumes durch N. Rousseliana.

2. **Nectria Rousseliana** *Tul.* (Stigmatea Rousseliana *Fuckel*). Wenn Triebe des Buchsbaumes von diesem Pilze befallen werden, so welken und vertrocknen sie sammt allen ihren Blättern. Während der Krankheit werden auf der Unterseite der Blätter zahleiche zerstreut stehende, kleine, runde Polster von Anfangs weißer, dann fleischrother Farbe sichtbar, von denen bei Benetzung Massen von Sporen sich ablösen. Diese Pilzform, Chaetostroma Buxi *Corda*, bildet ein aus den Spaltöffnungen hervortretendes, mit dem endophyten Mycelium zusammenhängendes, warzenförmiges Stroma, welches ringsum von radial abstehenden, steifen, langen Borsten eingefaßt ist, die aus

---

[1]) Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 1877, pag. 377 ff.; referirt in Just bot. Jahresber. für 1877, pag. 148.

dem Grunde des Stroma entspringen. Die ganze freie Oberfläche des letzteren ist mit den dichtstehenden, fadenförmigen, einfachen Basiden bekleidet, auf denen die einzelligen, spindelförmigen Conidien abgeschnürt werden. Unmittelbar nach der Reife dieser Conidienstromata entwickelt sich aus den meisten derselben je ein Perithecium, so daß die Zusammengehörigkeit beider Formen keinem Zweifel unterliegt. Die Conidienbildung hört auf, und aus dem kleinen, jetzt unkenntlich gewordenen Stroma wächst ein jenes mehrmals an Größe übertreffendes, fast kugelrundes, am Scheitel mit einer halsförmigen Mündung versehenes und mit einigen aufrechtstehenden Haaren bekleidetes Perithecium von grünlicher Farbe und weicher, fleischiger Beschaffenheit hervor. Diese Früchte erscheinen als kleine, oft ziemlich dicht stehende grünliche Pünktchen auf der Unterseite des inzwischen völlig dürr gewordenen Blattes. Sie enthalten cylindrische Sporenschläuche mit je 8 eiförmigen, farblosen, einzelligen Sporen. Die einzelne Stellung der Perithecien veranlaßte Fuckel den Pilz statt zu **Nectria** zu **Stigmatea** zu stellen; doch sprechen alle anderen Verhältnisse für die von Tulasne gegebene Bezeichnung.

Stammfäule der Pandaneen.

3. Eine Stammfäule der Pandaneen soll nach Schröter[1]) durch Pilze veranlaßt werden. Ein großes Exemplar von **Pandanus odoratissimus** des Breslauer botanischen Gartens wurde von einer Fäule ergriffen, wie solche ähnlich schon mehrfach an Pandaneen in den Glashäusern beobachtet und verschiedenen Ursachen zugeschrieben wurde. Ueberall begann die Krankheit nahe unter dem Ansatz der Blätterkrone der Zweige als eine Erweichung des Gewebes und schritt von da aus abwärts, während unmittelbar unter den Kronen der Stamm gesund blieb. Unter dieser Demarkationslinie drang die Erweichung durch den ganzen Stamm hindurch, so daß die Krone sich umneigte. In dem gebräunten und erweichten Gewebe war ein Pilzmycelium verbreitet, bestehend aus vielverzweigten, zwischen den Zellen wachsenden Hyphen. An der Oberfläche des Stammes erschienen die Früchte des Pilzes, und zwar auch schon an tiefer gelegenen Stellen, die die Krankheit noch nicht zeigten, so daß letztere erst nach dem Auftreten des Pilzes sich einstellte. Die Früchte sind dunkelgraue, ähnlich wie Lenticellen durch eine Spalte der Oberhaut hervorbrechende, meist etwas in die Breite gezogene Warzen, in denen eine oder mehrere Kammern sich befinden, auf deren Wand eine Schicht von Basidien steht, welche länglich-elliptische, einzellige, anfangs farblose, später graugrüne Sporen abschnüren. Durch eine am Scheitel liegende Mündung werden diese in Schleim eingehüllt ausgestoßen und sammeln sich als schwarzgrüne Schleimmassen an der Oberfläche. In diesen Früchten erkennt Schröter das **Melanconium Pandani** *Lév.* Außerdem fand er bisweilen eine ähnliche Frucht, welche die Sporen in weißen Ranken ausstieß, die sich an der Luft schwärzten, wobei die Sporen schwarzgrüne Farbe annahmen und zweizellig wurden, und welche einer **Stilbospora** entsprach. Er hält sie nicht für eine Angehörige jenes Pilzes. Wohl aber wird eine **Nectria**frucht, welche in orangerothen Krusten, bestehend aus kugeligen, auf gemeinschaftlichem Stroma sitzenden Perithecien an dem abgestorbenen **Pandanus** mit großer Regelmäßigkeit dem **Melanconium** folgte, für die vollendete Ascosporenfrucht des letzteren gehalten. Diese Behauptung ist jedenfalls unerwiesen, und bei der Häufigkeit, in welcher **Nectria**arten sich an faulenden Pflanzentheilen zeigen, und weil **Melanconium** als Vorform von **Nectria** ohne Gleichen ist, sogar wenig wahr-

[1]) Cohn, Beitr. z. Biologie d. Pfl. I. pag. 97.

scheinlich. Als wirklicher Vorläufer von Nectria wurde dagegen bei dieser Fäule oft Tubercularia gefunden, manchmal auch schimmelartige Conidienträger, von der Form eines Verticillium, mitunter auch in der Form von Stilbum, d. h. mehrere Conidienträger zu säulenförmigen Körpern verbunden.

Auf dem Thallus von Flechten.

3. **Nectriella carnea** *Fuckel.* Auf dem lebenden Thallus der Hundsflechte (**Peltigera canina**) bringt nach Fuckel[1]) dieser Parasit mißfarbige Flecken hervor, auf denen Conidienstromata und Perithecien des Pilzes vegetiren. Ueber das Verhalten des Myceliums ist nichts mitgetheilt. Die Conidienträger stellen das auf Flechten seit langer Zeit bekannte Illosporium carneum *Fr.* dar, kleine, fleischrothe, pulverig zerfallende Sporenhäufchen. Die eirunden, an der Spitze mit konischer Mündung versehenen Perithecien kommen mit jenem in Gesellschaft vor, oft unmittelbar unter ihnen hervortretend. Sie enthalten achtsporige Schläuche mit länglicheiförmigen, stumpfen, zweizelligen, farblosen Sporen. Ebenso kommt Illosporium coccineum *Fr.*, mit seinem kleinen scharlachrothen Stroma sammt der Nectria-Frucht (**Nectriella coccinea** *Fuckel*) auf dem Thallus und den Apothecien von **Hagenia ciliaris** vor; desgleichen Illosporium roseum *Fr.* auf **Physcia parietina** und auf **Parmelia stellaris**.

V. Claviceps *Tul.* Das Mutterkorn.

Natur des Mutterkornes, seine Form und Größe.

Mutterkorn ist eine aus einem Pilz bestehende krankhafte Bildung in den Blüten zahlreicher Gramineen und Cyperaceen, die hauptsächlich am Roggen allgemein bekannt ist. Man versteht darunter einen unregelmäßig walzenförmigen, schwach hornförmig gekrümmten, der Länge nach mehr oder weniger gefurchten, schwarzen, inwendig weißen, wachsartig harten Körper, welcher an Stelle des verdorbenen Kornes steht und mehr oder weniger weit aus den Spelzen hervorragt. Seine Größe steht in einem gewissen, wenn auch nicht strengen Verhältniß zur Größe der Blüte, beziehendlich der Blütenspelzen. Das Mutterkorn ist um so kleiner, je kleiner die Blüte ist, und für die Mehrzahl der Fälle darf die Regel gelten, daß es 1 bis 2 Mal so lang als die Blütenspelze wird, wiewol auch noch größere Längen ausnahmsweise anzutreffen sind. Beim Roggen ist es 1 bis 3,5 Cm. lang, 3 bis 4 Mm. dick, bei Lolium perenne nur 6 bis 8 Mm. lang und kaum über 1 Mm. dick, bei Molinia coerulea 4 bis 6 Mm. lang und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Mm. dick, bei Poa annua kaum 3 Mm. lang. Die Gestalt ist weniger variabel. Abweichend ist sie bei Nardus stricta; hier ist das Mutterkorn am Grunde am breitesten, etwa 1 Mm. im Durchmesser, nach oben allmählich verdünnt, am obersten Ende zugespitzt, daher von kegel- oder pfriemenförmiger Gestalt, und nicht selten verlängert sich der obere dünnere Theil beträchtlich, so daß hier manches Mutterkorn einen wurmförmigen, schwach geschlängelten Körper bis zu 2,5 Cm. Länge bei wenig über $\frac{1}{2}$ Mm. Dicke darstellt.

Vorkommen und Schädlichkeit.

In einem Blütenstande findet sich häufig nur ein einziges Mutter-

[1]) l. c. pag. 176.

korn, oft mehrere, aber selten betrifft es die Mehrzahl der Blüten. Eine anderweite krankhafte Veränderung, die mit der Mutterkornbildung zusammenhinge, ist an der Pflanze nicht zu entdecken; letztere ist in allen Theilen wolgebildet, bringt auch die Körner der nicht befallenen Blüten zur normalen Ausbildung. Besonders gut sind freilich die gesunden Körner solcher Aehren, die viele oder große Mutterkörner tragen, nicht gebildet, was wol daher rühren mag, daß die Mutterkörner viel Nahrung zu ihrem Wachsthum beanspruchen. Jedenfalls aber wird ein Ausfall an Körnern in der Ernte bedingt, welcher der Zahl der Mutterkörner gleich ist. Schädlicher ist die Anwesenheit des Pilzes insofern als es ein giftiger Körper ist, und das Mehl, welches stark mit demselben vermengt ist, gesundheitsnachtheilige Eigenschaften bekommt.[1])

Verbreitung unter den Gräsern.

Mutterkorn kommt wahrscheinlich auf den allermeisten Gramineen vor. Außer auf Roggen ist es beobachtet worden auf Weizen, Gerste, Hafer, auf Lolium perenne, italicum und temulentum, Triticum repens, Brachypodium pinnatum und sylvaticum, Elymus arenarius, Glyceria fluitans und spectabilis, Bromus secalinus, mollis, inermis, Festuca gigantea, Poa annua, sudetica, compressa, Dactylis glomerata, Hor-

---

[1]) Das Mutterkorn enthält 46% Cellulose, 35% fettes Oel, außerdem in geringer Menge mehrere noch nicht genau bekannte Alkaloide, welche die Ursache der giftigen Wirkung sind. Seine medicinische Anwendung (Secale cornutum) zur Beförderung der Geburtswehen bei schweren Geburten (daher der Name Mutterkorn) datirt seit der Mitte der 16. Jahrhunderts. Der fortgesetzte Genuß mit Mutterkorn vermengten Mehles und daraus bereiteten Brodes in Jahren und Gegenden, wo der Pilz reichlich im Roggen vorkommt, hat eine eigenthümliche Krankheit (Kriebelkrankheit) zur Folge, deren Existenz und Verlauf wissenschaftlich constatirt sind. Sie fängt mit einem schmerzhaften Kriebeln an, welches in den Fingern und Zehen beginnt und allmählich über den ganzen Körper sich verbreitet; es treten noch andere Zufälle, zuletzt heftige, schmerzhafte Krämpfe in den Gliedern ein. Bisweilen geht die Krankheit sogar in bösartige Entzündungsgeschwülste und selbst in Brandigwerden der Gelenke über. Die Kriebelkrankheit tritt, wie ihre Veranlassung es mit sich bringt, in Epidemien auf. Solche sind beobachtet worden 1577 in Hessen, 1588 in Schlesien, 1648 im Voigtlande, 1736 wieder in Schlesien, 1761 in Schweden und Dänemark, 1709 in der Schweiz, 1747 in der Sologne, 1749 in Flandern und der Umgegend von Lille, 1770 und 1771 in Westphalen, Hannover, Lauenburg; hier war die Sterblichkeit in einigen Ortschaften so groß, daß von 120 kaum 5 gerettet wurden. Einzelne Fälle kamen unter andern vor 1831 in Berlin, 1851 in Pommern, 1855 in einigen braunschweigischen Ortschaften, 1855—1856 in Nassau. Roggen, der diese Krankheit verursachte, enthielt $^{1}/_{20}$ oder $^{1}/_{32}$ Mutterkorn. Auch Thiere erliegen dadurch ähnlichen Krankheiten. Mehl, welches stark damit verunreinigt ist, hat eine bläuliche Farbe. Mutterkorn läßt sich im Mehle oder Gebäck noch nachweisen, wenn dieses nur 2% davon enthält, indem alkalisches Wasser dadurch violett und bei Säurezusatz roth gefärbt wird, oder Erwärmung mit Kalilauge einen Geruch nach Häringen hervorbringt.

deum murinum, Avena pratensis, Arrhenatherum elatius, Phleum pratense, Alopecurus pratensis und geniculatus, Anthoxanthum odoratum, Panicum miliaceum, Phalaris arundinacea und canariensis, Agrostis vulgaris, Oryza sativa, Nardus stricta, Andropogon Ischaemum, Molinia coerulea, Phragmites communis. Auch kommt Mutterkorn auf Cyperaceen, nämlich auf Scirpus und Heleocharis vor. Hinsichtlich der geographischen Verbreitung darf angenommen werden, daß sie dieselbe ist wie die der Nährpflanzen; wenigstens vom Mutterkorn des Roggens ist es gewiß, daß dasselbe eben so weit verbreitet ist, wie der Anbau dieser Pflanze, insbesondere geht es auch in den Gebirgen bis an die obere Grenze des Getreidebaues und ist hier oft häufiger als in tieferen Lagen.

Die Krankheit ist eine auf die einzelne Blüte beschränkte, weil der Parasit, der sie hervorruft, nur in der Blüte sich entwickelt. Er entsteht hier, wenn die Sporen desselben in die Blüte gelangen. Solcher hat der Mutterkornpilz zweierlei; die einen werden in der erkrankten Blüte vor dem Erscheinen des Mutterkornes gebildet und pflanzen den Pilz direct von Aehre zu Aehre fort, die anderen entstehen in besonderen Früchten, die aus den Mutterkörnern auf der Erde nach der Ernte hervorsprossen, und veranlassen die neue Mutterkornbildung im nächsten Frühjahre.

Entwickelung und Organisation des Pilzes.

Der Pilz entwickelt sich in dem jungen Fruchtknoten zur Blütezeit. In dieser Periode ist seine Anwesenheit äußerlich nicht bemerkbar, wol aber erkennt man schon einen Unterschied in der Beschaffenheit des zwischen den Spelzen verborgenen Fruchtknotens. Während dieser in der gesunden Blüte des Roggens ein fast kugelrundes, oben behaartes und am Scheitel in zwei lange, federförmige Narben übergehendes Körperchen ist, hat er in der inficirten Blüte eine mehr längliche Gestalt, und seine beiden Narben sind im Absterben und Einschrumpfen begriffen (Fig. 116). Der Längsdurchschnitt zeigt, daß der ursprüngliche Fruchtknoten, dessen Höhlung man noch deutlich erkennt, den oberen Theil des Körpers einnimmt, und daß der ganze darunter befindliche Theil aus einem weißen, weichen Pilzgewebe besteht, welches also an der Basis des Fruchtknotens sich entwickelt und durch sein Wachsthum denselben emporgehoben hat. Da nun der Pilz die ganze Nahrung an sich zieht, so verkümmert in der Regel der Fruchtknoten und wird sammt seinen Narben bald unkenntlich. Inzwischen entwickelt sich der Pilzkörper immer kräftiger, so daß er bald den Raum zwischen den Spelzen ausfüllt als ein fast käseartig weicher, unrein weißer Körper, welcher an seiner Oberfläche viele gewundene Furchen hat, ähnlich wie ein Gehirn. Dieser Körper ist ein conidienbildendes Stroma. Im Inneren besteht er aus locker verwebten Hyphen, welche gegen die Oberfläche hin dichter sich verflechten und nach außen hin zahlreiche, dicht beisammenstehende, kurz cylindrische einfache Basidien, alle rechtwinkelig zur Oberfläche gerichtet, treiben, auf deren Spitzen ovale, einzellige, farblose Conidien abgeschnürt werden (Fig. 116). Die Basidien stehen in einer die gesammte Oberfläche überziehenden, allen Erhebungen und Einsenkungen der Furchen folgenden Schicht (Hymenium). Dieser Zustand stellt den früher als Sphacelia segetum *Lév.* bezeichneten Pilz dar. Er hat bald nach der Blüte des Roggens seine Reife erreicht. Während der Sporenbildung scheidet das Hymenium

reichlich eine kleberige, süßschmeckende Flüssigkeit ab, in welcher die Sporen in solcher Menge vertheilt sind, daß dieselbe milchig trübe erscheint. Sie quillt eine Zeitlang zwischen den Spelzen hervor, rinnt in großen Tropfen ab und

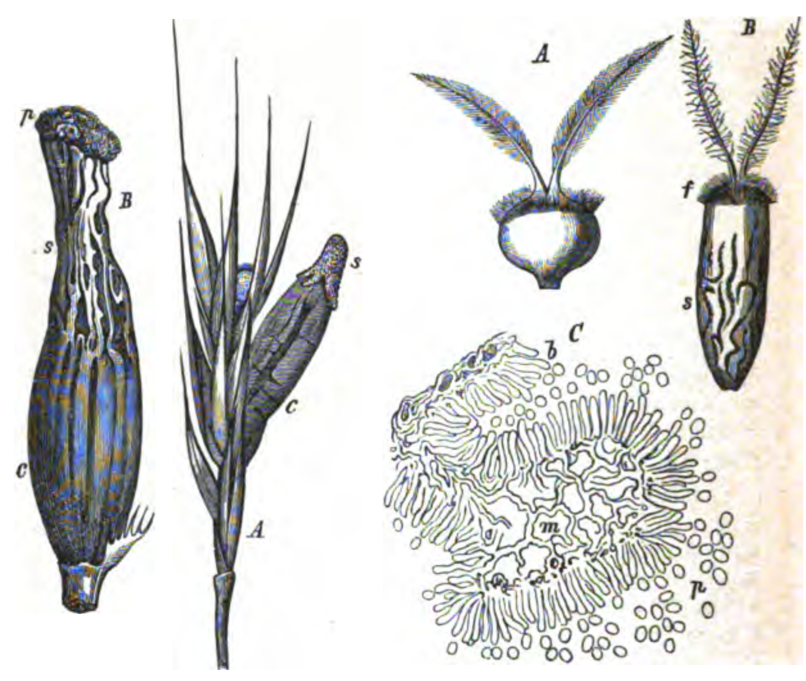


Fig. 115.

Das Mutterkorn. A eine Roggenähre mit einem Mutterkorn c, auf welchem noch die vertrocknete Sphacelia s sitzt. B der Zustand, in welchem die Sphacelia s in ihrem unteren Theil c sich zum Sclerotium (Mutterkorn) umwandelt. p der Rest des verdorbenen Fruchtknotens. Schwach vergrößert.

Fig. 116.

Claviceps purpurea *Tul.* in seinem ersten Entwickelungsstadium. A gesunder Fruchtknoten der Roggenblüte. B ein vom Pilze veränderter Fruchtknoten, f der absterbende, einschrumpfende Fruchtknoten mit den beiden Narben, s der Pilzkörper (Sphacelia). C Stück eines Querschnittes durch die Sphacelia, m die locker verflochtenen Pilzfäden im Innern derselben, b das Hymenium an der gefurchten Oberfläche derselben, aus zahlreichen Basidien bestehend, welche die Sporen p abschnüren; stark vergrößert, nach Tulasne.

verräth das Vorhandensein des Parasiten, sie stellt den sogenannten Honigthau im Getreide dar. Die verbreitete Meinung, daß je mehr solcher Honigthau sich zeigt, desto mehr Mutterkorn später entsteht, ist daher wol begründet. Nach einiger Zeit ist die Sporenbildung der Sphacelia beendigt, und der Pilz tritt jetzt in das zweite Entwickelungsstadium, welches durch die Bildung des eigentlichen Mutterkornes bezeichnet ist. Das letztere entsteht in der Basis des Stroma durch Umwandelung des Gewebes; die Hyphen vermehren sich, verflechten sich auf das innigste und bilden ein festes

pseudoparenchymatisches Gewebe von derjenigen Beschaffenheit, wie sie das Mutterkorn zeigt, d. h. es besteht aus rundlich polygonalen, regellos, aber ohne Zwischenräume zusammenhängenden Zellen mit mäßig dicken Membranen und ölreichem Inhalt. Die Membranen der oberflächlichen Zellen des neuen Gewebes färben sich dunkelviolett, während das Innere farblos bleibt. Nur in der Nähe der Basis tritt diese Veränderung ein, die Neubildung grenzt sich durch diese Beschaffenheit immer schärfer von dem übrigen Theile der Sphacelia ab (Fig. 115 B), welche nun allmählich ohne sonstige Veränderung vertrocknet und endlich wie ein bräunliches Mützchen auf dem unter ihr entstehenden jungen Mutterkorn aufsitzt. Letzteres wächst nun an seinem untersten in der Blüte sitzenden Theile solange bis es seine endliche Größe erreicht hat. Dort bleibt nämlich das Pilzgewebe weich, gleichförmig und in der Fortbildung begriffen; in dem Maße als der Zuwachs dort erfolgt nimmt das Neugebildete die Beschaffenheit des Mutterkorngewebes an. In Folge dieses Wachsthums schiebt sich der Körper allmählich zwischen den Spelzen hervor, noch eine geraume Zeit das Mützchen der alten Sphacelia auf seinem Scheitel tragend (Fig 115 A). Es wurde schon oben hervorgehoben, daß in der Regel der Fruchtknoten durch die Sphacelia-Bildung bald vollständig verdorben wird und verschwindet. In seltenen Fällen, wahrscheinlich bei später und langsamer Entwickelung des Pilzes, gewinnt der Fruchtknoten einen Vorsprung und entwickelt sich zu einem kleinen Korn, welches dann auf der Spitze der Sphacelia und endlich des Mutterkorns sich befindet. Diese Fälle beweisen sehr anschaulich, daß Mutterkorn und Roggenfrucht verschiedene Dinge sind, ersteres nicht eine Entartung der letzteren sein kann. In einem Weizen, welcher stark am Steinbrand litt und auch Mutterkorn hatte, fand ich sogar eine Combination von Mutterkorn und Brandkorn: auf der Spitze des ersteren saß das letztere.

Das Mutterkorn ist seiner biologischen Bedeutung nach ein Sclerotium, d. h. ein zur Ueberwinterung bestimmter Ruhezustand des Pilzes. Es besteht nur aus dem oben beschriebenen Gewebe; man bemerkt an ihm keinerlei Sporenbildung, weder außen noch inwendig, und eben so wenig irgend ein weiteres Wachsthum noch sonstige Veränderung, sobald die normale Größe erreicht ist. In diesem ausgebildeten Zustande löst sich das Mutterkorn leicht aus den Spelzen heraus, fällt bei der Ernte aus und gelangt entweder unmittelbar in den Boden oder unter die ausgedroschenen Körner und bleibt unverändert bis zum nächsten Frühjahr oder bei zeitiger Aussaat bis zum Herbst. Wenn es dann auf feuchtem Boden liegt, so entwickeln sich auf ihm die vollkommenen Ascosporenfrüchte, nämlich eigenthümliche Fruchtkörper mit den Perithecien. Zu dieser Bildung sind nicht blos unversehrte, sondern selbst Stücke von Mutterkörnern (z. B. von Schnecken u. dergl. angefressene) fähig. Die Bildung geschieht auf Kosten der Reservenährstoffe, welche das Mutterkorn in seinen Zellen enthält (Oelgehalt). An mehreren, bisweilen an zahlreichen Punkten brechen aus dem Sclerotium zuerst kleine, weiße Wärzchen durch die Rindeschicht und werden zu gestielten, ziemlich kugelrunden, stecknadelkopfgroßen Köpfchen (Fig. 117 A). Die hellen Stiele strecken sich um so länger, je tiefer und verborgener das ausgesäete Mutterkorn liegt, indem sie immer die röthlichen Köpfchen ans Licht und Freie hervorzuschieben suchen. Die letzteren tragen in der ganzen Oberfläche eingesenkt die zahlreichen flaschenförmigen, mit ihrer halsförmigen Mündung etwas nach außen vorstehenden Perithecien, in denen aus dem Grunde entspringend zahlreiche cylindrische Sporenschläuche sich befinden, welche je 8 fadenförmige, einzellige Sporen

enthalten (Fig. 117, C, D). Die reifen Sporen werden aus den Mündungen hervorgepreßt und gelangen auf diese Weise ins Freie.

Mit der Keimung der eben beschriebenen Ascosporen beginnt der Pilz

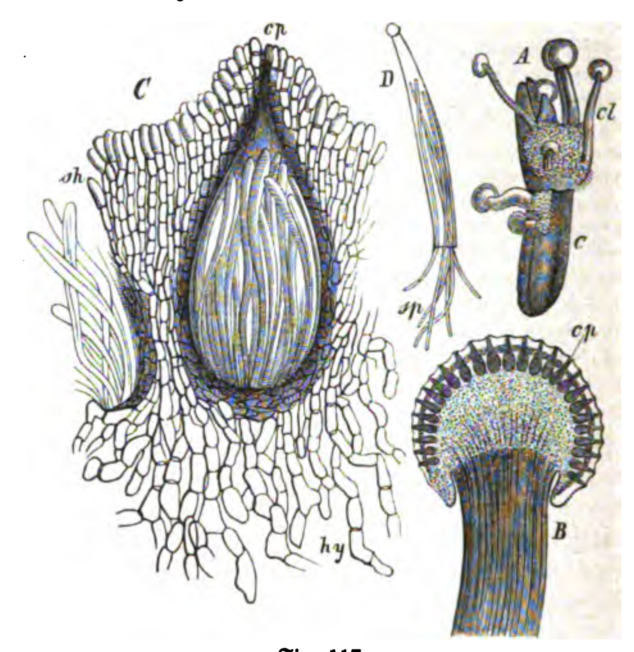


Fig. 117.
Claviceps purpurea *Tul.* A Ein Sclerotium (Mutterkorn) keimend, mehrere gestielte, kopfförmige Früchte treibend. B Der Kopf einer solchen im Längsschnitte, zeigt die in der Peripherie eingesenkten Perithecien cp, vergrößert. C Durchschnitt durch ein Perithecium; cp die Mündung desselben; **hy** das innere, aus locker verflochtenen Hyphen bestehende Gewebe des Kopfes, **sh** die äußere Gewebeschicht, stark vergrößert. D Ein Sporenschlauch, zerrissen und die fadenförmigen Sporen sp entlassend, stark vergrößert. Nach Tulasne.

seine Entwickelung im Frühling von neuem. Bei der Keimung baucht sich die Membran der Sporen an einzelnen Stellen etwas aus, wodurch Anschwellungen entstehen, von denen dann ein oder mehrere Keimschläuche auswachsen. Wenn solche Sporen in Getreideblüten gelangen, so dringen die Keimschläuche in den Fruchtknoten ein, und es entwickelt sich das Stroma der **Sphacelia** und nach diesem das Mutterkorn. Die Conidien der **Sphacelia**, welche kurz nach der Roggenblüte gebildet werden, sind ebenfalls sofort keimfähig. Sie treiben aus einem ihrer Enden einen Keimschlauch, der bisweilen wieder secundäre Conidien abschnürt. Wenn sie in Getreideblüten gelangen, so erzeugen sie sogleich wieder den Pilz. Durch sie wird also, ebenso wie bei anderen Pyrenomyceten durch die Conidien, der Pilz schon in demselben Jahre sehr reichlich vermehrt. Denn der Honigthau, welcher jene Sporen verbreitet, bringt leicht in andere Blüten ein und wird auch durch den Regen und durch

den Wind, bei dem sich die Aehren des Getreides berühren, übertragen; auch besorgen dieses Geschäft die Fliegen, welche man fleißig dem süßen Safte nachgehen sieht. Daß oft mehrere unmittelbar unter einander stehende Blüten einer Aehre Mutterkörner zeigen, erklärt sich offenbar aus secundärer Infection durch herabrinnenden Honigthau. Ebenso erklärlich ist es, daß auf den spät entwickelten Roggenhalmen Mutterkorn besonders häufig ist, weil zuletzt, wo die meisten Aehren über das zur Infection geeignete Alter hinaus sind, die Ansteckung sich auf solche Spätlinge concentriren muß.

Das oben beschriebene gestielt kopfförmige perithecientragende Stroma bildet den Character der Pilzgattung, in welche der Mutterkornpilz gehört, und welcher von Tulasne den Namen Claviceps erhalten hat. Die Species, welche das Mutterkorn des Roggens und der meisten anderen Gräser verursacht, wird gegenwärtig als Claviceps purpurea *Tul.* bezeichnet. Davon hat man den auf Phragmites communis und Molinia coerulea vorkommenden Pilz als Claviceps microcephala *Tul.*, wegen der kleineren Köpfchen, und die auf Heleocharis und Scirpus vorkommende Form als Claviceps nigricans *Tul.* unterschieden.

Bekämpfung.

Die Maßregeln zur Bekämpfung des Mutterkornes sind nach den eben erörterten Thatsachen folgende. Da hier die Infection erst an der jungen Blüte erfolgt, so kann selbstverständlich durch eine Beizung des Saatgutes, wie sie bei den Brandkrankheiten des Getreides erfolgreich angewendet wird, nichts erzielt werden. Man muß den Ausgangspunkt der nächstjährigen Pilzentwickelung, d. i. das vorhandene Mutterkorn beseitigen. Da dasselbe zur Reifezeit sehr leicht aus den Spelzen ausfällt, so kommen beim Mähen des Getreides eine Menge Mutterkörner in den Boden, die übrigen unter die geernteten Körner. Mutterkörner, die mit dem Saatgut wieder auf den Acker gebracht werden, und solche, die schon bei der Ernte in den Boden gefallen sind, keimen in gleicher Weise spätestens im folgenden Frühjahre und geben damit zur ersten Entwickelung des Pilzes Veranlassung. Das beste und bei reichlichem Aufteten des Mutterkornes dringend anzurathende Mittel, um den Sclerotien die beiden bezeichneten Wege abzuschneiden, besteht darin, daß man, so lange das Getreide noch auf dem Halme steht, den Acker durchgehen und das Mutterkorn einsammeln läßt. Die Arbeit lohnt sich überdies dadurch, daß das Mutterkorn in den Apotheken gesucht wird und hoch im Preise steht, indem der Bedarf in der neueren Zeit durch inländische Waare nicht gedeckt und viel aus Amerika eingeführt wird. Ferner muß selbstverständlich auch auf mutterkornfreies Saatgut gehalten werden. Damit sind die Verhütungsmaßregeln nicht erschöpft, da Mutterkorn auch auf zahlreichen wildwachsenden Gräsern vorkommt. Nun ist zwar noch nicht nachgewiesen, daß die Sporen dieser Pilze auch auf dem Getreide entwickelungsfähig sind, und wie oben erwähnt, hat man einige der auf anderen Nährpflanzen vorkommenden Mutterkornformen als eigene Arten aufgestellt, freilich ohne genügende Begründung. Jedenfalls ist es äußerst wahrscheinlich, daß der

Pilz auf den größeren, dem Getreide ähnlicheren Gräsern nicht specifisch verschieden ist und von diesen auf den Roggen übergehen kann. An Feldrainen, Weg- und Grabenrändern sind die dort gewöhnlichen Gräser, vor allen Lolium perenne häufig strotzend mit Mutterkorn bedeckt. Hier geht die Entwickelung des Pilzes ganz ungestört vor sich, und es können sowol die Claviceps-Sporen der im Frühlinge aufgekeimten Sclerotien, als auch die von den kranken Blüten dieser Gräser ausgehenden Sphacelia-Sporen leicht auf benachbarte Getreidepflanzen gelangen. Die Thatsache, daß immer an den Rändern der Aecker das Mutterkorn besonders reichlich auftritt, hängt wahrscheinlich mit diesem Umstande zusammen. Es ist daher rathsam, solche Gräser abzumähen oder überhaupt derartige Grasränder zu beseitigen. Selbstverständlich wird auch unter sonst gleichen Umständen weniger Mutterkorn entstehen, je mehr es gelingt, sämmtliche Getreidepflanzen zu gleichzeitiger Entwickelung zu bringen, weil dann die Zeit, wo für die Ansteckung empfängnißfähige Roggenblüten vorhanden sind, die möglichst kürzeste wird.

Historisches.

Nach den früheren Ansichten über die Natur des Mutterkornes war dasselbe eine Entartung des Fruchtknotens oder auch, mit Bezug auf den ihm vorausgehenden Honigthau, das Produkt eines Gährungsprocesses, womit freilich eine klare Vorstellung von der Ursache dieser Veränderung nicht verbunden war. Auch einen Käfer, die auf Roggen häufige Cantharis melanura, hatte man im Verdacht, daß er durch seinen Stich das Mutterkorn erzeuge; derselbe geht aber ebenso wie die Fliegen nur dem süßen Honigthau nach. Zuerst hat Münchhausen[1]) 1765 das Mutterkorn als einen Pilz bezeichnet unter dem Namen Clavaria solida. Dann erhielt der Pilz von den Botanikern nacheinander die Namen Clavaria Clavus *Schrank*, Spermoedia Clavus *Fr.* und Sclerotium Clavus *DC.* Das conidientragende Stroma in der Grasblüte wurde 1827 von Léveillé[2]) erkannt und unter dem Namen Sphacelia segetum *Lév.* als ein parasitisches Gebilde in der Blüte erklärt, welches unabhängig vom Mutterkorn sei, indem dieses für eine krankhafte Entartung des Fruchtknotens gehalten wurde. Meyen[3]) hat 1841 nachgewiesen, daß die Sphacelia als ein Vorstadium des Mutterkornpilzes im jungen Fruchtknoten der Blüten sich entwickelt und denselben zerstört. Die Entwickelung der ascosporenbildenden Früchte aus den Mutterkörnern ist zwar schon von Tulasne beobachtet worden, aber man hielt dieselben für fremde Bildungen, die auf dem verwesenden Mutterkorn sich angesiedelt haben; Fries nannte sie Sphaeria purpurea, Wallroth Kentrosporium purpureum. Tulasne[4]) hat zuerst nachgewiesen, daß sie ein Entwickelungszustand des Mutterkornpilzes selbst sind. Den Nachweis, daß die Ascosporen der Claviceps-Früchte in Getreideblüten gelangt, dort wieder Mutterkorn hervorbringen, verdanken wir Durieu[5]) und

---

[1]) Der Hausvater. Hannover 1765. I. pag. 244.

[2]) Mém. de la soc. Linn. de Paris. V. 1827. pag. 365 ff.

[3]) Pflanzenpathologie, pag. 192 ff.

[4]) Ann. des sc. nat. 3 sér. T.XX. pag. 56.

[5]) Vergl. Tulasne, Selecta Fung. Carpol. I. pag. 144.

Kühn[1]). Versuche, die Sphacelia durch ihre Sporen auf gesunde Blüten zu übertragen, sind schon von Meyen[2]) gemacht worden, der jedoch keinen ganz unzweifelhaften Erfolg erzielt zu haben scheint; erfolgreich geschah es zuerst durch Kühn (l. c).

---

9. Kapitel.

Unvollständig bekannte Schmarotzerpilze.

Es giebt eine Anzahl Schmarotzerpilze, die bis jetzt nur im Zustande des Myceliums, jedenfalls nicht in der Sporenbildung, also so unvollständig bekannt sind, daß sie dermalen noch keiner Abtheilung der Pilze zugetheilt werden können. Die für uns in Betracht kommenden sollen hier erwähnt werden, und diese Zusammenstellung rechtfertigt sich auch insofern, als die meisten derselben unterirdische Pflanzentheile, vorwiegend Wurzeln bewohnen und an denselben eigenthümliche Gallenbildungen erzeugen.

Wurzelanschwellungen der Erle; ihr Auftreten.

1. Die Wurzelanschwellungen der Erle. Fast jede Erle hat an ihren Wurzeln runde, traubig-knollige Auswüchse. Dieselben sitzen an den Seiten der Wurzeln und bestehen aus lauter sehr dicht zusammengedrängten, vieläftigen, wurzelartigen Bildungen. Die jüngsten Zustände, welche man, wie Schacht[3]) bereits erwähnt, an den dünnen Wurzeln und selbst schon an den Keimpflänzchen der Erlen beobachtet, sind kleine Wärzchen, die sehr bald zu gelappten Auswüchsen (Fig. 118 A x) sich vergrößern, welche von den eigentlichen Nebenwurzeln durch größere Dicke und abgerundete Form sich unterscheiden. Ihre Anzahl nimmt durch stete Theilung ihrer Scheitel, die bald eine streng dichotome, bald auch eine mehr unregelmäßige ist (Fig. 118 C), rasch zu, und da ihr Wachs-

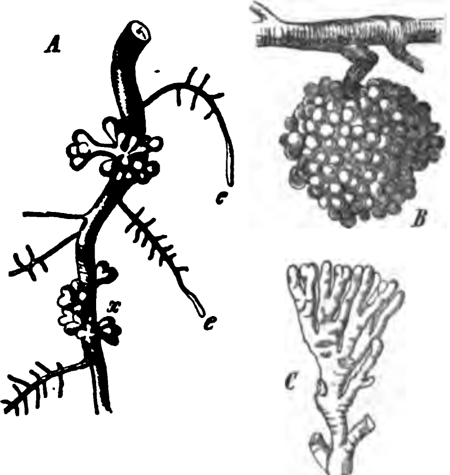


Fig. 118.
Wurzelanschwellungen der Erle. A Stück einer dünnen Wurzel mit Nebenwurzeln e und Anfängen von Auswüchsen x, in natürlicher Größe. B Ein größer gewordener Auswuchs. C Stück der Bruchfläche eines querdurchbrochenen alten Auswuchses, um das Wachsthum desselben zu zeigen.

---

[1]) Mittheil. aus d. phys. Laborat. d. landw. Inst. d. Univ. Halle 1863.
[2]) l. c. pag. 203.
[3]) Beitr. zur Anatom. u. Physiol. d. Gewächse. Berlin 1854, pag. 160. Taf. IX.

thum von einem Punkte aus beginnt, so resultirt daraus die kugelig-traubige Anordnung des ganzen Gewächses, dessen Oberfläche von den gerundeten Scheiteln, den immer fortwachsenden und durch Theilung sich vermehrenden Vegetationspunkten dieser Bildungen eingenommen wird (Fig. 118 B). Daher haben die Knollen vieljährige Dauer, werden oft noch an der Seite starker Wurzeln gefunden und erreichen bisweilen Faustgröße.

Anatomischer Bau.

Die Wurzelwucherungen bestehen aus einem centralen Fibrovasalstrang (Fig. 119, A f), einer diesen umgebenden, aus weitzelligem Parenchym ge-

Fig. 119. **Schinzia Alni** *Woron.* **in den Wurzelanschwellungen der Erle.** A Längsschnitt durch eine Wurzelwucherung, m Meristem des Vegetationspunktes, f Fibrovasalstrang, a Außen-, i Innenrinde. 20fach vergrößert. B Partie eines Durchschnittes durch das Meristem des Vegetationspunktes, mit Pilzfäden, welche durch die Membranen und durch die Zellen wachsen, 300fach vergr. C etwas ältere Zelle, in welcher die Fäden in einen Knäuel zusammengewachsen sind. D Partie eines Längsschnittes durch die Innenrinde ein Stück hinter dem Vegetationspunkte, zwei Reihen pilzfreier und eine Reihe pilzhaltiger Zellen; in letzteren beginnen die Fadenknäuel in Conglomerate blasiger Zellen sich umzuwandeln. 200fach vergrößert. E Faden aus einem Fadenknäuel mit Anfängen von blasigen Anschwellungen. 300fach vergr. F. Eine pilzhaltige (sp) Zelle aus dem älteren Theile des Gewebes, vollständig ausgebildet, 300fach vergr. G Einzelne Theile eines zerstückelten Pilzconglomerates, zeigt die Blasen als Anschwellungen der Fäden. 300fach vergr.

bildeten Innenrinde (i) und einer dünnen, kleinzellig-parenchymatischen Außenrinde (a), welche an der Oberfläche mit einer braunen Korkzellenschicht bekleidet ist. Dieser Bau stimmt mit demjenigen der normalen Nebenwurzeln überein, mit dem Unterschied, daß die Innenrinde hier aus einer viel größeren Anzahl von Zellen besteht und dadurch den größeren Durchmesser der Wucherungen

im Verhältniß zu den Nebenwurzeln veranlaßt, und daß dafür der Fibrovasalstrang hier weniger holzig wird indem nur wenige spiralig verdickte Elemente den Holztheil desselben andeuten. Der Scheitel ist aus einem Meristem gebildet (m), dessen Zellen in regelmäßigen Bogenlinien geordnet sind, die sich in das gesammte Rindeparenchym fortsetzen (ein Periblem sind); in der Mitte dieses Meristems endigt der Fibrovasalstrang mit einer kleinen meristematischen Pleromgruppe. Die korkbildende oberflächliche Meristemschicht zieht sich auch über den Scheitel hin. Wenig hinter dem letzteren werden die äußere und innere Rinde unterscheidbar indem die Zellen ihre ungleiche Größe annehmen.

Beschaffenheit des Schmarotzerpilzes.

In der weitzelligen Innenrinde findet sich ausnahmslos ein Schmarotzerpilz, auf welchen Woronin[1]) zuerst aufmerksam gemacht hat. Diese Wucherungen erweisen sich daher als durch einen Pilz verursacht, als Mycocecidien. Der Genannte fand in diesen Zellen traubenförmige Aggregate von farblosen, kugeligen, dicht aneinander gedrängten Bläschen von 0,048 bis 0,059 Mm. Durchmesser, die sich als terminale und intercalare Anschwellungen dünner Pilzfäden zu erkennen geben (Fig. 119 F, E und G,) und deren Fortsetzung in feine Myceliumfäden, die zwischen den Zellen wachsen, Derselbe ebenfalls gesehen hat. Ich füge dieser Beobachtung noch Folgendes hinzu. Nicht alle Zellen der Innenrinde enthalten diese Bildungen; wir unterscheiden pilzfreie und pilzhaltige Zellen (Fig. 119 D). Erstere haben reichlich Protoplasma und meist eine oder mehrere große, mehr oder minder braune, glänzende Protoplasmakugeln oder auch deren viele sehr kleine, molecular bewegliche; manche dieser Zellen enthalten auch Stärkekörnchen und einige eine Druse von Kalkoxalat. Die pilzhaltigen Zellen unterscheiden sich durch größere Weite, besonders in der Querrichtung, und scheinen außer den Pilzconglomeraten nur wässerigen Inhalt zu haben. Beiderlei Zellen liegen stellenweise deutlich in alternirenden Längsreihen offenbar in Folge der wiederholten Quertheilungen der Zellen; doch liegen sie auch oft regellos. Im Meristem des Scheitels der Wucherungen, desgleichen in den jüngsten Anfängen derselben an der Seite der Wurzeln findet sich bereits der Pilz. Hier bildet er aber nur äußerst feine Fäden, welche durch die Membranen und durch das Innere der Zellen unter steten Veränderungen der Richtung wuchern (Fig. 119 B). Hin und wieder gliedern sich von diesen Fäden auch einzelne Stücken innerhalb der Zelle ab und treten aus durchschnittenen Zellen heraus. Da wo das Meristem in die innere Rinde übergeht, vermehren sich die Pilzfäden in manchen Zellen zu einem dichten, verwirrten Knäuel, der gewöhnlich von einer Ecke der Zelle aus wächst (Fig. 119 C) und den Anfang des späteren traubigen Conglomerates darstellt. Die Fäden, aus denen der Knäuel besteht, sind zunächst noch äußerst dünn. Erst allmählich bilden sich die zahlreichen blasigen Anschwellungen (vergl. Fig. 119 E), so daß die Conglomerate zunächst so wie in D aussehen und erst in älteren Zellen ihre definitive Größe, wie in F, annehmen. Die Bedeutung dieser Blasen ist unbekannt. Nach Woronin sollen sie durch eine Scheidewand vom Faden abgegrenzt sein; aber eine Ablösung, geschweige denn ein Keimen derselben hat Niemand beobachtet. Eher könnte Kny's Meinung, nach der sie Haustorien sind, zutreffend sein. Die alten Gallen vertrocknen allmählich und werden zwischen dem Fibrovasalstrang und der Außenrinde hohl, indem das weitzellige Parenchym schwindet. Ueber das weitere Schicksal des

[1]) Mémoires de l'acad. des sc. de St. Petersbourg, 7. sér. T. X. 24. Mai 1866.

Pilzes ist nichts bekannt. Woronin hat denselben vorläufig als Schinzia Alni bezeichnet. Die Anschwellungen zeigen sich besonders an Erlen, die in der Nähe von Wasser stehen, sowohl an Alnus glutinosa. wie Alnus incana. Auf das Gesammtbefinden der Wurzeln und des Baumes haben sie keinen bemerkbaren Einfluß.

Wurzelanschwellungen der Papilionaceen.

2. Die Wurzelanschwellungen der Papilionaceen. Bei den Papilionaceen finden sich allgemein an der Hauptwurzel und auch an den Seitenwurzeln und deren Zweigen knollige Anschwellungen in größerer oder geringerer Anzahl, von der Farbe und Beschaffenheit der Wurzel und von verschiedener Form und Größe bei den einzelnen Arten. Sobald die Pflanze ein gewisses Alter erreicht hat, entstehen dieselben und sind mit Sicherheit fast an jedem Individuum zu finden. Daß sie bei den verschiedensten Arten von Papilionaceen vorkommen, hat Erikssen[1]) erwähnt, und ich[2]) habe darauf aufmerksam gemacht, daß sie auf den verschiedensten Bodenarten und nicht bloß bei uns in allen Gegenden und Lagen von der Niederung an bis in die höchsten Gebirgshöhen, sondern auch in andern Ländern und Erdtheilen an den Papilionaceen gefunden werden. Auf den Gesundheitszustand der ganzen Pflanze haben sie keinen nachweisbar schädlichen Einfluß, wie auch schon aus ihrem allgemeinen Vorkommen sich ergiebt. Aber als durch Schmarotzerpilze erzeugte Gallen gehören sie in die Pathologie. Diese Parasiten sind zuerst von Woronin[3]) bei den Lupinen gefunden worden; sie kommen aber auch bei allen anderen vor und zeigen sich überall im Wesentlichen übereinstimmend.

Form und Bau derselben.

Mit Ausnahme derjenigen der Lupinen sind die Gallen an der Seite der Haupt- und Seitenwurzeln sitzende kleine Knöllchen, welche 2—4 Mm. größten Durchmesser selten überschreiten. Bei ihrem ersten Erscheinen kaum von Anfängen von Wurzelzweigen zu unterscheiden, nehmen sie sehr bald größere Dicke an und bleiben kurz, sind z. B. bei Erbsen, Klee, Lotus u. s. w. halbkugelige oder fast kugelige Knöllchen, bei Vicia von verkehrt eiförmiger, oft etwas schiefgekrümmter (Fig. 120 A), bei Lathyrus und Orobus keulenförmiger, nämlich dünn gestielter, nach dem Scheitel zu breiter werdender Gestalt; die letztere kann endlich in gelappte oder in ein- oder mehrmals getheilte Form übergehen. Der von Erikssen (l. c.) beschriebene Bau zeigt die analogen Gewebe, wie bei den Gallen der Erlenwurzeln, nur in anderer Orientirung: die Hauptmasse der Anschwellung besteht aus einem weitzelligen, centralen Parenchym, welches den Schmarotzer enthält (Fig. 120 Cc) und aus einer relativ dünnen Schicht äußeren Parenchyms (Rinde r); zwischen beiden befindet sich eine Meristemschicht, eine Art Cambium, in welchem feine Fibrovasalstränge (f) entstehen, welche in einem Kreis geordnet der Länge nach durch die Galle sich erstrecken und mit denjenigen der Wurzel im Zusammenhang stehen. Die Galle wächst durch ein in ihrem Scheitel liegendes Meristem (m), welches nach rückwärts in die einzelnen Gewebe sich fortsetzt. Eine eigentliche Epidermis und Wurzelhaube werden nicht gebildet; das äußere Parenchym, welches sich auch um den Scheitel herumzieht und dort gleichfalls durch Theilungen der Meristemzellen entsteht (vergl. Fig. 120 Dm), entspricht functionell der

[1]) Studier öfver Leguminosernas rotknölar. Lund 1874; referirt in Bot. Zeitg. 1874, pag. 381.

[2]) Bot. Zeitg. 1879, Nr. 24 u. 25.

[3]) l. c. pag. 7.

Wurzelhaube und erzeugt an der ganzen Oberfläche eine dünne Lage brauner korkartiger Zellen. Mit diesem Bau ist derjenige der normalen Papilionaceenwurzeln insofern übereinstimmend, als er keinen centralen Fibrovasalstrang, sondern um ein Mark kreisförmig geordnete Stränge zeigt, so daß auch hier die Galle als eine durch den Parasiten veränderte Nebenwurzel betrachtet werden könnte. Nach Erikssen zeigt sie aber in ihrer Entstehung Unterschiede

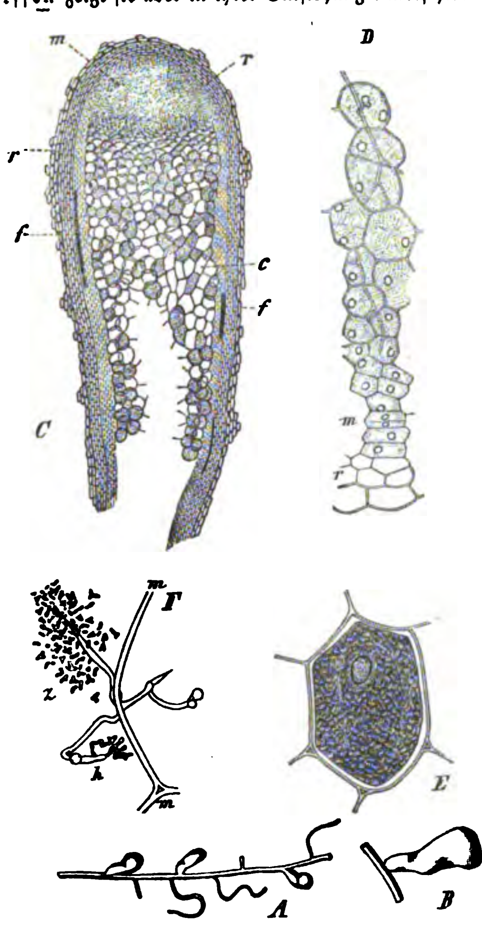


Fig. 120.

Wurzelanschwellungen der Papilionaceen. A Stück einer Wurzel von Vicia hirsuta mit mehreren Seitenwürzelchen und drei Anschwellungen. B Eine Galle an einer Wurzel von Orobus vernus, schwach vergrößert. C Längsschnitt durch eine Wurzelanschwellung von Orobus tuberosus, m Meristem des Vegetationspunktes, r Außenparenchym, c pilzhaltiges Innenparenchym, f Fibrovasalstränge, wenig vergr. D Stück eines Längsschnittes am Scheitel (bei m in C), m Meristem, dessen Zelltheilungen nach außen das Außenparenchym r, nach der andern Seite das Innenparenchym erzeugen. In letzterem ein verzweigter Pilzfaden sichtbar, welcher durch die Zellen hindurch wächst, bis ins Meristem reicht, in der obersten Zelle eine Anschwellung zeigt. 150fach vergrößert. E Eine Zelle aus dem Innenparenchym; der pilzhaltige Protoplasmakörper enthält den Zellkern und ist etwas von der Zellhaut zurückgezogen, 200 fach vergr. F Stück eines Durchschnittes durch eine eben solche Zelle, m die Zellmembran, durch welche ein Pilzfaden gewachsen, der bei h in Sproßzellchen sich zergliedert, deren bei z eine Anzahl gezeichnet sind, wie sie die unverletzte Zelle (E) dicht erfüllen. 300fach vergrößert.

von diesen, indem sie durch Theilung der Zellen der Innenrinde der Wurzel nicht wie bei den Nebenwurzeln aus dem Pericambium hervorgeht, und auch nicht wie diese regelmäßig vor den Gefäßsträngen, sondern ohne Ordnung bald

vor diesen, bald vor den Baststrängen, bald mitten zwischen diesen beiden sich bildet.

Beschaffenheit des Schmarotzerpilzes.

Alle oder die meisten Zellen des Innenparenchyms fallen durch ihren trüben Inhalt auf (Fig. 120 E); es ist der Protoplasmakörper, in welchem man den Zellkern deutlich erkennt, und welcher dicht erfüllt ist mit zahllosen kleinen Körperchen, die man nur an durchschnittenen Zellen, wo sie sich im Wasser vertheilen (Fig. 120 Fz) deutlich unterscheidet. Es sind Pilzzellchen, welche Woronin und ebenso Erikssen für Vibrionen oder Bakterien erklärten; ich habe dagegen gezeigt (l. c.), daß ihre Form und ihre Entstehung dies nicht bestätigen, sondern dafür sprechen, daß es durch Sprossung entstandene Glieder feiner, dichotom sich verzweigender Pilzfäden sind. Die Gestalt dieser kleinen Zellchen ist bei den einzelnen Arten etwas verschieden: bei manchen meist kugelig oder oval, bei anderen vorwiegend dichotom getheilt, daher oft schenkelknochenförmig bis dreistrahlig. Im Meristem des Scheitels der Auswüchse hat Erikssen die Pilzfäden bereits beobachtet ohne eine Beziehung zu den kleinen Zellchen anzunehmen. Sie stellen dort sehr feine Fäden dar, von etwa 0,0015 Mm. Durchmesser, also kaum dicker als die Zellwände des Meristems, und wachsen quer durch die Zellen und Membranen, sind selten durch mehrere Zellen hindurch zu verfolgen, weil sie ihre Richtung vielfach verändern, hin und wieder dichotom verzweigt, ohne erkennbare Scheidewände. Vielfach sind sie in ihrem Verlaufe oder an den Enden kurzer Seitenzweige blasen- oder knotenförmig angeschwollen (Fig. 120 D und F). Schon im Meristem finden sich in den Zellen spärlich kleine Pilzzellchen außer den Fäden, und je mehr das Gewebe in das Innenparenchym übergeht, desto größer wird ihre Zahl; die Pilzfäden werden dann durch sie verhüllt, sind aber immer noch erkennbar, wenn die Zellchen aus den aufgeschnittenen Zellen herausgetreten sind (Fig. 120 F). Oft erscheinen dann die quer durch eine Zelle gespannten Fäden, in Folge des Wachsthums der Zelle durchrissen. Man findet oft Zellen, in denen der Pilzfaden in dünnere, geschlängelte und dichotome Fädchen sich verzweigt, aus deren Zergliederung die kleinen Zellchen hervorgehen (Fig. 120 F). Der Pilz zeigt also auch eine gewisse Uebereinstimmung mit demjenigen der Erlen und darf daher vorläufig als Schinzia Leguminosarum bezeichnet werden, nur sind hier die blasenförmigen Anschwellungen der Fäden weit weniger entwickelt, dafür ist die Zergliederung der Fäden in Zellchen überwiegend. Kny[1]) hält die Pilzfäden für membranlos und will sie daher passender als Plasmodiumstränge bezeichnet wissen. Nach Erikssen sind schon an den frühesten Entwickelungsstadien der Wurzelanschwellungen, wo die Wurzelrinde ihre Zelltheilungen beginnt, mehrere in der Richtung von außen nach innen wachsende gleichsam wie von außen eingedrungene Pilzfäden zu sehen.

Die Wurzelanschwellungen der Lupinen.

Bei den Lupinen bilden sich die Anschwellungen (Fig. 121 A) häufiger an den Pfahl- als an den Seitenwurzeln, haben mehr eine knollige, oft traubighöckerige Form und bis zu 2 Cm. Durchmesser. Sie sind, wie Woronin (l. c.) beschrieben, ebenfalls aus einem äußeren und einem inneren Parenchym gebildet, zwischen denen Fibrovasalstränge sich befinden; auch werden diese Gewebe ebenso durch Meristemgruppen fortgebildet. Aber es findet hier eine vielfache und regellose Verzweigung statt, indem die Meristeme nach verschiedenen Richtungen hin in ungleichem Grade wuchern, so daß auch die Vertheilung der Gewebe eine sehr verwirrte ist (Fig. 121 B). Die Zellen

[1]) Sitzungsber. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 26. April 1878.

des Innenparenchyms sind auch hier mit den kleinen Pilzzellchen erfüllt; continuirliche Fäden aber konnte ich in diesem nicht finden; darum waren sie auch Woronin, der nur Lupinen untersuchte, überhaupt unbekannt. Die Bildung derselben scheint hier von der lebhaften Sprossung und Zergliederung in Zellchen überwogen zu werden.

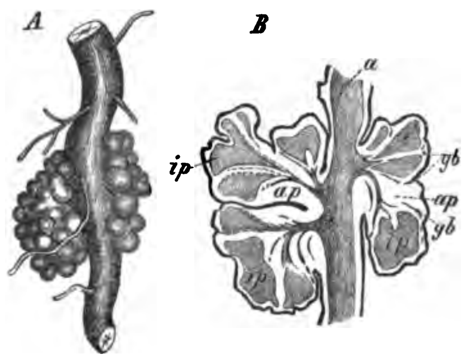


Fig. 121.

Wurzelanschwellungen von Lupinus mutabilis. A Die ganze Galle an der Pfahlwurzel, B im Durchschnitt, ap Außenparenchym, ip pilzhaltiges Innenparenchym; dazwischen laufen Fibrovasalstränge, die mit dem Holzstrang der Pfahlwurzel (a) im Zusammenhange stehen. Nach Woronin.

Entstehung der Anschwellungen durch Infection.

Das ausnahmslose Vorkommen des Parasiten in den Wurzelanschwellungen deutet darauf hin, daß die letzteren durch eine Infection von außen entstehen. Die Keime dieser Pilze müssen aber bei der Allverbreitung dieser Gallen überall vorhanden sein. Ich habe (l. c.) mitgetheilt, daß diese sich sogar bei Wasserculturen an den Wurzeln bilden und daß es überhaupt der gründlichsten pilzzerstörenden Maßregeln bedarf (vorheriges Ausglühen der Erde, in welche man den Samen säet, und Begießen mit ausgekochten Flüssigkeiten, wie z. B. Düngerdecoct) um die Bildung derselben zu verhüten. Wie der Pilz außerhalb der Pflanze sich verhält darüber ist nichts bekannt.

Wurzelanschwellungen von Cyperus und Juncus.

3. In rübenförmigen Anschwellungen der Wurzeln von **Cyperus flavescens** und **Juncus bufonius** hat Magnus[1]) Pilzfäden gefunden, welche die Zellmembranen durchbohrend durch die Zellen hindurchwachsen, Zweige bilden und an deren Spitzen länglichovale, leicht abfallende Sporen mit maschig gezeichnetem Episporium erzeugen, welche die Zellen erfüllen. Der Pilz ist **Schinzia cypericola** genannt worden; da er aber wirkliche Sporen besitzt, so läßt er sich mit den anderen hier erwähnten Pilzen kaum vergleichen und dürfte in die Verwandtschaft der Ustilagineen gehören.

Pilz in Orobanche.

4. Nach einer kurzen Bemerkung Schacht's[2]) soll bei **Orobanche ramosa** ein Pilz in den Blattachseln eindringen und am Stamm und an den Wurzeln durch ein vermehrtes Wachsthum der von ihm befallenen Zellen knollenartige Anschwellungen hervorrufen.

Kniee der Taxodium-Wurzeln.

5. Auf den Wurzeln der mexikanischen Cypresse (**Taxodium distichum**) bilden sich Kniee, welche in Knollenform bis zu $1^1/_3$ M. Höhe über die Erde hervorragen und dem Boden eines Cypressensumpfes das Ansehen eines mit Stalaktiten bedeckten Bodens einer Tropfsteinhöhle geben sollen. Auch bei uns zeigt der Baum diese Bildung, jedoch soviel ich gesehen und gehört habe, immer nur auf nassem Boden, nicht auf trockenem. Da wo eine ungefähr horizontal streichende Wurzel eine Biegung abwärts macht, schwillt die zenith-

[1]) Hedwigia 1878, Nr. 2.

[2]) Lehrbuch d. Anat. u. Phys. d. Gew. I., pag. 161.

wärts gekehrte Seite des Knies knollenförmig an. An einer ungefähr zwanzigjährigen Wurzel aus dem alten botanischen Garten Leipzigs finde ich, daß wie schon Göppert[1]) ausgesprochen hat, die Knolle keine secundär dem Holze aufsitzende Bildung ist, sondern nur durch excentrisches Wachsthum des Holzkörpers zu Stande kommt, indem jeder Jahresring des Holzes an der zenithwärts liegenden Seite mehrmals breiter ist als an der andern Seite, dort durchschnittlich 1 Cm., hier 1—2 Mm. Das Holz der Knolle ist maserig, während es in dem nicht verdickten Wurzeltheil längsfaserig ist. Die Veranlassung zu diesem abnormen Wachsthum ist vielleicht auch in einem parasitischen Einfluß zu suchen. In der Rinde wuchern äußerst feine Pilzfäden, welche zwar in den äußeren, sich braun färbenden Theilen der Rinde am reichlichsten vorhanden sind, aber auch in die inneren Lagen derselben sich erstrecken. Sie wachsen vorzugsweise in den Membranen der Zellen, und zwar in den verschiedensten Richtungen sich krümmend, sich verzweigend und sich kreuzend, stellenweise auch sich locker verflechtend, aber nirgends eine Spur von Sporenbildung zeigend.

Wurzelzapfen der Sonneratia.

Ob die ähnlichen, aber noch großartigeren Erscheinungen der Zapfen auf den Wurzeln der Sonneratia in den Mangrove-Wäldern der Carolinen[2]) die sich in so großer Zahl bilden können, daß sie zu zimmerartigen verticalen Wänden zusammenschließen, hierher gehören, ist unentschieden.

Schinzia cellulicola in Iris und anderen Pflanzen.

6. Pilze in Form feiner, durch die Zellen wachsender Fäden kommen fast regelmäßig in gewissen Pflanzentheilen vor, ohne irgend eine abnorme Veränderung an denselben hervorzubringen. Sie haben daher eigentlich kein pathologisches Interesse. Dahin gehören die von Nägeli[3]) in der Rinde der Wurzeln verschiedener Iris-Arten gefundenen und Schinzia cellulicola genannten, in den Zellen befindlichen, an den Enden blasig angeschwollenen Pilzfäden und die von Schleiden[4]), Reissek[5]) und Schacht[6]) erwähnten Fäden in den Wurzeln, Wurzelknollen oder Rhizomen verschiedener Orchideen, wie Neottia, Corallorrhiza, Goodyera, Epipogum, Limodorum, Orchis etc.

Zweiter Theil.

Schädliche Pflanzen, welche nicht zu den Pilzen gehören.

Erstes Kapitel.

Parasitische Algen.

Obgleich die Algen Chlorophyll besitzen und daher selbständig assimiliren, so leben doch manche mikroskopische Arten als Parasiten in anderen Pflanzen. Durch letztere erhalten sie zwar die rohen Nährstoffe des Bodens zugeführt, aber sie entziehen ihnen vielleicht keine assimilirte

---

[1]) Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume, pag. 8.
[2]) Kittlitz, Vegetations-Ansichten. Taf. 5.
[3]) Linnaea 1842, pag. 278—282.
[4]) Grundzüge d. Botanik, 3. Ausg. I., pag. 303.
[5]) Endophyten der Pflanzenzelle. Wien 1846.
[6]) l. c. pag. 160.

Nahrung. Damit mag es wol auch zusammenhängen, daß diese Parasiten mit einer einzigen bis jetzt bekannten Ausnahme auf ihre Nährpflanzen keinen bemerkbaren schädlichen Einfluß ausüben. Auf diese haben wir daher in der Pathologie nicht einzugehen, und wir begnügen uns, sie nur zu nennen. Es sind dies: ein Nostoc im Wurzelstock der Gunnera, in den Intercellulargängen der Wurzeln von Cycadeen, in den Höhlungen der Blätter von Azolla, in taschenförmigen Blättern der Unterseite des Thallus von Blasia pusilla, in Höhlungen des Thallus von Anthoceros, ferner das grüne Chlorochytrium Lemnae in gewissen Zellen von Lemna trisulca und Ceratophyllum, sowie grüne Algenzellen in verschiedenen größeren Meeresalgen. Jene Ausnahme betrifft die von Kühn[1]) in den Blättern von Arum Arisarum bei Nizza entdeckte Siphonee Phyllosiphon Arisari *Kühn*, deren durchschnittlich 0,04 Mm. dicke, verzweigte, mit Chlorophyllkörnern dicht erfüllte Schläuche zwischen den Parenchymzellen wachsen und an den befallenen Stellen der Blätter und Blattstiele gelblich werdende Flecken hervorrufen.

Zweites Kapitel.

Flechten und Moose an den Bäumen.

Auf den Rinden der Stämme, der Aeste und sogar der dünnen laubtragenden Zweige der Bäume wachsen oft allerhand Moose und Flechten, deren Auftreten als Baumkrätze oder Baumraude bezeichnet und allgemein den Bäumen für schädlich gehalten wird. Bei uns sind dies hauptsächlich folgende Flechten: Usnea barbata, Bryopogon jubatum (diese beiden besonders in Gebirgswäldern an den Nadelbäumen, Ebereschen rc.), Imbricaria physodes und J. caperata, Evernia prunastri (vorzüglich an den Obstbäumen), Evernia furfuracea, Ramalina calicaris, Physcia parietina (diese beiden besonders an Alleebäumen), außerdem an glattrindigen Stämmen verschiedene Arten von Lecanora, Lecidella, Graphis rc. Von Moosen sind es namentlich Arten von Orthotrichum, Neckera und Hypnum, sowie kleinere Lebermoose, besonders Radula complanata, Frullania dilatata. Diese Pflänzchen bedürfen zu ihrem Gedeihen einen gewissen Grad von Feuchtigkeit und Licht, daher wachsen sie am reichlichsten an den vor den austrocknenden Strahlen der Mittagssonne geschützten Nord- und Ostseiten der Baumstämme und lieben die Wälder, besonders die Gebirgsgegenden, zeigen sich jedoch hier vorwiegend an den Rändern der Bestände und an den durch dieselben führenden Straßen und Wege

[1]) Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. Halle 1878.

und auf den an diesen gepflanzten Bäumen, während unter Hochwald die genannten Flechten mehr in den mehlig-staubigen Formen der sogenannten Soredienanflüge sich entwickeln. Diese Kryptogamen sind keine Parasiten, denn wir sehen sie auch an dem todten Holze von Zäunen u. dergl. sowie an dürren Aesten vegetiren; es ist kein Gedanke daran, daß sie den Bäumen Nahrungssäfte entziehen. Das geht auch aus der Art hervor, wie sie den Rinden aufgewachsen sind: bei allen derartigen Flechten, die ich untersuchte, dringt der Thallus nicht in die lebendigen Gewebe der Rinde ein, sondern ist nur in den äußeren Theilen des Periderms oder der Borkenschuppen entwickelt, beziehendlich mit seinen Rhizinen befestigt. Inwieweit diese Pflänzchen ihre Nahrung aus diesen todten Geweben ziehen oder aus atmosphärischem Staub und Niederschlägen empfangen, ist nicht bekannt. Schaden bringen sie nur indirect. Starke Ueberzüge mit Moos können den Stämmen allerdings schädlich werden. Denn dieses hält die Feuchtigkeit fest und bildet sogar leicht unter sich eine dünne Humusschicht. Den Baumstämmen ist dies in ähnlicher Weise nachtheilig, als wenn man sie ganz mit Erde verschüttet (pag. 216), sehr schädlich aber ist der Moosüberzug an allen Wunden, weil hier Wundfäule und Brand (pag. 142 u. 153) durch die festgehaltene Feuchtigkeit hervorgebracht werden. Von den Flechten leiden die Baumstämme entschieden weniger; sie sind manchmal ganz darin eingehüllt, ohne daß man dem Baume ein Leiden anmerkte. Mit den dünneren Zweigen verhält es sich bezüglich der Flechten ungleich. Die Ebereschen an den Straßen auf den höchsten Theilen des Erzgebirges sind oft von unten bis an die Spitzen der Zweige in graue Flechtenmassen gehüllt, zwischen denen sogar das Laub dem Auge verschwindet und nur die vielen rothen Früchte von ferne hervorleuchten. Aber vielfach bringt der Flechtenanhang Zweigdürre hervor, z. B. an den Buchen und besonders an den Fichten ganz gewöhnlich. Das ist freilich ein sehr langsamer Prozeß, dessen Ursache noch nicht genügend aufgeklärt ist. Sobald der Zweig abgestorben und dürr ist, nimmt der Flechtenanhang an ihm rasch überhand; man sieht deutlich, daß der todte Zweig den Flechten ungleich günstigere Bedingungen gewährt, und zwar weil hier die Rinde brüchig und rissig wird und sich abblättert, was den Flechten viel mehr Befestigungspunkte bietet, als es die glatte, gesunde Rinde thut. Trotzdem darf man daraus nicht schließen, daß Zweige, auf denen sich Flechten ansiedeln, immer schon krank oder im Absterben begriffen sein müssen. Man sieht oft die noch grünenden Aeste mit Flechten behangen, an Laub- wie an Nadelholz, besonders an den Fichten, wo Massen von Usnea und Bryopogon dicht verwickelt Zweige sammt Nadeln umstricken. An solchen Aesten beginnt dann ein Siechthum, welches aber oft erst nach Jahren zum Tode führt. Die Jahrestriebe und die Belaubung werden immer dürftiger, ein

Zweiglein nach dem anderen wird trocken, die Dicke der Jahresringe des Holzes solcher Aeste zeigte sich von Jahr zu Jahr gesunken, bis zuletzt, wo nur noch wenige grüne Zweiglein da sind, der Zuwachs ganz aufhört.

An den Stämmen sind Moos und Flechten durch Abkratzen oder Abbürsten nach einem Regen, wo sie sich am leichtesten ablösen, sowie durch Anstrich mit Kalkwasser zu vertilgen. Kränkelnde Zweige, die starken Flechtenanhang zeigen, müssen zurückgeschnitten werden. Durch möglichste Lichtstellung der Bäume kann man diesen Kryptogamen sehr entgegenarbeiten.

Drittes Kapitel.

Phanerogame Parasiten.

Cuscuteen.

Unter den Phanerogamen giebt es eine Anzahl Schmarotzerpflanzen, welche von schädlichem Einfluß auf ihre Wirthe sind. Dies gilt in erster Linie von den Cuscuteen.[1]) Zu diesen gehören die Flachsseide (Cuscuta epilinum), die sog. Kleeseide (Cuscuta epithymum), die auf Klee, Luzerne etc., sowie Futterwicken, aber auch auf Wiesen, Rainen ꝛc. auf Thymus, Genista, Haidekraut (Calluna vulgaris), überhaupt auf allerhand wildwachsenden Kräutern und Gräsern, auch auf Weinreben vorkommt, die gemeine Seide (Cuscuta europaea), welche besonders an Gebüschen Brennesseln, Hopfen, allerlei Kräuter sowie junge Weiden, Pappeln, Schwarzdorn und anderes Holz befällt, aber auch auf verschiedene Culturpflanzen, wie Hanf, Hopfen, Kartoffeln übergehen kann, die Cuscuta racemosa, die hier und da mit französischem Luzernesaamen eingeschleppt worden ist, sowie die Cuscuta monogyna *Vahl*, die besonders im östlichen Deutschland auf Weiden und Pappeln vorkommt. Diese Pflanzen haben keine grünen Blätter, ihre fadendünnen, bleichen oder röthlichen, runde Blütenköpfchen tragenden Stengel wachsend windend wie Schlingpflanzen. Die Verheerungen, welche sie anrichten, sind um so intensiver je kleiner die befallenen Pflanzen gegenüber der Massenentwicklung der Parasiten sind; so werden Sträucher, Hopfen und andere kräftige Pflanzen, wenn sie von Cuscuta angegriffen werden, nicht eigentlich getödtet, wie es mit dem niedrigen Klee fast immer der Fall ist. Die Wirkung ist ohne Zweifel zum Theil eine rein mechanische; die Pflanzen werden durch die oft ungeheure Masse der um sie gewundenen Schlingpflanze niedergedrückt und erwürgt, sie vermögen kein einziges Blatt ordentlich zu entfalten und werden wegen Mangel an Raum, Luft und

---

[1]) Vergl. Solms-Laubach in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. VI. pag. 575 ff. Frank, Ueber Flachs- und Kleeseide in Georgika, Leipzig 1870. Haberland in Oesterreichisches landw. Wochenblatt 1876, Nr. 39 u. 40.

Licht erstickt. Dazu kommt allerdings die aussaugende Wirkung, die der wurzellose, mit dem Erdboden nicht in Berührung stehende, lediglich durch seine Saugapparate (Haustorien) in den Organen des Wirthes befestigte Parasit ausübt, indem er wegen seines Chlorophyllmangels seine gesammte Nahrung aus jenem ziehen muß. Die Haustorien entstehen an der Innenseite der Windungen, die der Seidenstengel um die Nährpflanze macht, als Wärzchen, durch papillenförmiges Auswachsen einer Gruppe von Epidermiszellen und der darunter liegenden Rinde. Die Wärzchen pressen sich fest an den Nährstengel an; dann entsteht in ihnen, ähnlich wie eine Nebenwurzel, der eigentliche Saugfortsatz, welcher das Wärzchen durchbricht und sich in den Nährstengel bis zu dessen Gefäßbündeln hineinbohrt. Er enthält einen centralen Strang spiralig verdickter Gefäßzellen, welcher mit den Gefäßbündeln des Seidenstengels in Verbindung steht und dessen äußersten letzten Zellen sich mit verbreiterten Enden an den Holzkörper der Nährpflanze anlegen. Die Folge des Aussaugens kann ein völliges Absterben und Vertrocknen der befallenen Pflanzen sein, wodurch große Fehlstellen in den Flachs- Klee-, und Luzernefeldern entstehen. Die Cuscuteen sind einjährige Pflanzen, die alljährlich aus ihren Samen von neuem entstehen. Letztere keimen auf der Erde, das fadenförmige Keimpflänzchen ist durch eine Wurzel im Boden befestigt; aber sobald sie mit einer geeigneten Nährpflanze in Berührung kommt, befestigt sie sich mittelst eines Haustorium auf ihr, und dann erst stirbt der ganze untere Theil des Parasiten ab. Die Vertilgung der Seide muß so zeitig als möglich vorgenommen werden, bevor Samen gebildet und ausgefallen sind, und zwar durch Abschneiden der befallenen Pflanzen hart am Boden und durch sorgfältiges Entfernen derselben; zur größeren Sicherheit können die Stellen tief untergegraben oder mit einer Erdschicht bedeckt werden. Es wird behauptet, daß Esparsette nie angegriffen werde und im Gemenge mit Klee die etwa auftretende Seide unterdrücke, nachdem diese den Klee getödtet hat. Verhütungsmaßregeln sind erstens Verwendung seidefreien Saatgutes. Die Samen der Flachsseide sind 1,5 Mm., die der Kleeseide 0,7—1,3 im Durchmesser, rundlich, undeutlich kantig, hellgrau oder bräunlich, etwas rauh und gänzlich glanzlos; sie enthalten in Endosporen einen spiralig gekrümmten Keimling. Zweitens Vertilgung aller außerhalb der Aecker vorkommenden Seide, was bereits jetzt in manchen Ländern durch behördliche Anordnungen den Grundstücksbesitzern zur Pflicht gemacht wird.

Orobancheen. Die chlorophylllosen Orobancheen sind ebenfalls, wiewol in schwächerem Grade und, weil es keine Schlingpflanzen sind, mehr aus rein parasitischen Gründen ihren Nährpflanzen schädlich. Hier stellt die angeschwollene Stengelbasis das Saugorgan dar, welches der Wurzel einer Nährpflanze so aufsitzt, als wenn die Orobanche ein Ast der Nährpflanze

sei.[1]) Als den Culturen schädlich würden hier besonders zu nennen sein der Kleewürger oder Kleeteufel, nämlich die Orobanche rubens *Wallr.* auf Luzerne und die Orobanche minor *Sutt.* auf Rothklee, die besonders in den südlicheren Ländern stellenweise großen Schaden machen, sowie der Hanfwürger, Orobanche ramosa *L.*, der auf Hanf, sowie Tabak vorkommt. Auswahl reinen Samens und tiefe Umarbeitung der befallenen Bodenstellen sind Gegenmittel.

Lathraea, Rafflesiaceen, Balanophoreen.

Von den anderen chlorophylllosen Parasiten, welche meist auf den Wurzeln von Bäumen und Sträuchern schmarotzen, wie die bei uns einheimische, am Grunde von Laubbäumen aus der Erde hervorkommende Lathraea squamaria, sowie die meist den Tropen angehörigen seltsamen Rafflesiaceen und Balanophoreen, ist ein bestimmter schädlicher Einfluß auf die Wirthspflanzen nicht nachgewiesen.

Santalaceen, Rinanthaceen.

Das Gleiche gilt von den im Boden wurzelnden grünen parasitischen Phanerogamen, welche an einzelnen Punkten ihrer Wurzeln mit denjenigen benachbarter Pflanzen durch kleine Saugwarzen in Verbindung stehen, wie die Santalaceen, die bei uns durch die krautartigen Thesium-Arten, in der heißen Zone durch die Santelbäume vertreten sind, und der Rhinanthaceen, zu denen viele Bewohner unserer Wiesen, Felder und Haiden gehören, wie die Arten von Melampyrum, Rhinanthus, Euphrasia, Pedicularis etc.

Loranthaceen, die Mistel.

Wol aber sind unter den grünen parasitischen Phanerogamen, die auf den Aesten der Bäume schmarotzenden Loranthaceen als schädlich hervorzuheben. Diese sind in den Tropen durch zahlreiche Arten von Loranthus vertreten, in den antarktischen Ländern durch die Gattungen Misodendron und Antidaphne, in Europa außer der Eichenmistel (Loranthus europaeus), welche im Süden auf Eichen und Kastanienbäumen wächst, und außer dem südlichen Arceuthobium Oxycedri, dessen kleine, krautige Stämmchen dicht gedrängt auf angeschwollenen Zweigstücken von Juniperus Oxycedrus sitzen, durch die allbekannte Mistel (Viscum album), welche in ganz Deutschland auf einigen 50 verschiedenen Baumarten wächst, sowol Laub- als Nadelhölzern. Die Mistel verursacht an denjenigen Stellen der Aeste, an denen sie entspringt, krebsartige Krankheiten.[2]) Von der Ursprungsstelle des Mistelstammes aus wird die Rinde des Nährastes durchzogen von den sogen. Rindenwurzeln der Mistel, welche besonders im Cambium in der Längsrichtung des Astes sich verbreiten. Von ihrer dem Holze angrenzenden Seite aus dringen in dieses stellenweise in radialer Richtung die sogen. Senker ein, Organe, deren Zellen zum Theil verholzen und so an der Bildung des Holzkörpers des Nährastes theilnehmen.

[1]) Vergl. Solms-Laubach, l. c. pag. 522 ff.
[2]) Vergl. Solms-Laubach l. c. pag. 613.
[3]) l. c. pag. 617.

In der Region der Cambiumschicht des Astes besteht auch der Senker aus einem ihn in seiner ganzen Breite quer durchsetzenden Meristem, durch dessen Thätigkeit die Fortbildung desselben gleichen Schritt mit der Erstarkung des Holzkörpers des Nährastes hält, und wodurch der Senker bei fortschreitendem Dickewachsthum des Astes mit seiner Spitze immer tiefer in das Holz zu liegen kommt. Endlich geht aber diese Meristemschicht in Dauergewebe über und dadurch wird dem weiteren Wachsthum derselben ein Ziel gesetzt. Da solche alte Senker ziemlich breit sind und zahlreich beisammen stehen, so wird dadurch auch die weitere Entwickelung des Nährzweiges in die Dicke gestört, weil die Neubildung von Holz aufhört. Die gesammte Rinde nebst den in ihr liegenden Theilen des Parasiten stirbt dann ab und vertrocknet. Diese entrindeten, abgestorbenen Krebsstellen beginnen dann von den Rändern aus überwallt zu werden. Durch dieses locale Absterben können die in der Rinde verbreiteten Theile der Misteln außer Zusammenhang mit einander gesetzt werden; sie treiben dann oft Adventivknospen, welche aus der Rinde hervorbrechen und zu neuen Mistelbüschen erwachsen können. Außer dieser localen Störung der Gewebebildung ist auch ein schädlicher Einfluß der Mistel auf das Gesammtbefinden des Baumes bemerkbar, wenn sie in zahlreichen Individuen auf demselben sich angesiedelt hat; derselbe zeigt dann eine kümmerliche Entwickelung, schwächere Astbildung, Ueberhandnehmen von Zweigdürre. — Nach Solms-Laubach bildet auch Arceuthobium Oxycedri Rindenwurzeln und Senker. Die ersteren lösen sich aber hier in ein myceliumartiges, unentwirrbares Geflecht feiner und feinster Zellstränge auf, die sich durch die Nährrinde verbreiten; von ihnen dringen die Senker ins Holz und zwar zahlreiche schmale von den dünnen Rindenwurzelästen aus, wenige breite von den dicken Rindenwurzeln. — Alle die genannten Baumschmarotzer entstehen aus Samen, wenn diese auf den Baumästen keimen. Die im Herbst reifenden klebrigen Beeren der Mistel kommen von selbst oder durch Vögel auf andere Aeste. Bei der Keimung wird das Würzelchen unter beträchtlicher Streckung des hypocotylen Achsengliedes weit aus dem Samen hervorgeschoben und legt sich in Folge des Eintretens einer das Licht fliehenden Krümmung fest an die Rinde des Nährastes an, wobei sie hier durch Verlängerung ihrer Epidermiszellen zu einem scheibenförmigen Knöpfchen wird. Aus dem centralen Meristem desselben bildet sich ein conisches Würzelchen, welches die Epidermis durchbricht und in die Nährrinde bis zum Holz eindringt. Dies geschieht im ersten Jahre. Im nächsten Frühjahre wird die Spitze desselben vom Holz umlagert und bildet so den ersten Senker, während als Zweige Rindenwurzeln von ihm ausgehen. Dann gehen die im Samen steckenden Cotyledonen verloren, und die bisher von der Samenschale umhüllte Stengelspitze erhebt sich und

bekommt das erste Blätterpaar. Ganz junge Misteln wird man durch Ausbrechen zerstören können, ältere Büsche müssen dadurch entfernt werden, daß man den Ast, auf dem sie sitzen, ein Stück weit zurückschneidet, damit der Parasit nicht aus entfernteren Adventivknospen wieder ausschlägt.

---

5. Abschnitt.

Krankheiten, welche durch Thiere hervorgebracht werden.

Mechanische Zerstörungen und Verwundungen.

Die thierischen Pflanzenfeinde sind hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Pflanzen in zwei Klassen zu bringen; die eine derselben umfaßt diejenigen, welche die Pflanzentheile mechanisch zerstören, die andere die echten Parasiten. Zu den ersteren gehören diejenigen zahlreichen Thiere, welche zur Befriedigung ihres Nahrungsbedürfnisses Pflanzentheile fressen und dadurch vernichten oder verwunden. Da oben im Kapitel von den Wunden bereits alle möglichen Arten der Zerstörungen und Verwundungen an Pflanzen und deren Folgen, insbesondere unter Berücksichtigung des Thierfraßes, erörtert worden sind, so haben wir von diesen Feinden hier nur das Wissenswerthe über Vorkommen, Lebensweise und Bekämpfung anzugeben, bezüglich des Näheren über die Wirkungen, die sie ausüben, auf jenes Kapitel zu verweisen.

Thierische Parasiten. Sie bringen auszehrende Wirkungen oder Gallenbildung hervor.

Viele der eben gedachten lediglich durch ihren Fraß schädlichen Thiere verdienen die Bezeichnung Parasiten ohne Zweifel nicht. Einige derselben könnten aber insofern auf diesen Namen Anspruch machen, als sie ihren ständigen Wohnplatz auf der Pflanze haben, auch ihre Eier in derselben unterbringen und ihre Entwickelung auf ihr durchlaufen, wie z. B. die Borkenkäfer. Es ist aber immer noch ein Unterschied gegenüber denjenigen Thieren, auf welche eigentlich die Bezeichnung Parasiten anzuwenden ist, indem von diesen keine mechanische Störung, keine Verwundung oder wenigstens in kaum bemerkbarem Grade ausgeübt wird, der befallene Theil als solcher zwar erhalten bleibt, aber andere, nicht mechanische, sondern organische pathologische Veränderungen erfährt. In der Art der letzteren kehren im Großen und Ganzen hier dieselben Erkrankungsformen wieder, die wir bei der Wirkung der pilzlichen Schmarotzer unterschieden haben: entweder 1. eine Auszehrung, d. h. eine allmähliche Desorganisation und ein Schwinden des Zellinhaltes, ohne sonstige Veränderung des Zellgewebes, und somit ein langsames, bei grünen Theilen unter Gelbfärbung, Bräunung und Vertrocknen eintretendes Absterben des in seiner ur-

sprünglichen normalen Gestalt nicht veränderten Pflanzentheiles, oder 2. eine durch Wachsthum oder Vermehrung der Zellen bewirkte abnorme Neubildung, auf oder in welcher in der Regel der Parasit seinen Aufenthalt hat, also eine allgemein als Galle oder Cecidium und mit Rücksicht auf ihren animalen Erzeuger Zoocecidium zu nennende Bildungsabweichung. Auch hier muß die Bezeichnung Galle in diesem weitesten Sinne genommen werden. Das Vorhandensein einer quantitativ vermehrten und qualitativ veränderten Bildungsthätigkeit wird uns immer als Characteristicum der Gallenbildung leiten können, auch in den Fällen, wo ihr eine wirkliche Verwundung vorausgeht, wie z. B. bei den von der Weidenholzgallmücke veranlaßten Veränderungen. Denn die oben als Korkbildungen, Callusbildungen und Ueberwallungen beschriebenen Heilungsprozesse (pag. 96—115), welche regelmäßig auf bloße Verwundungen folgen, bei denen es irrelevant ist, ob der Thäter ein Thier oder ein anderer Einfluß ist, müssen jedenfalls von den Gallenbildungen unterschieden werden.

Ungleichheit der Wirkungen innerhalb einer und derselben Ordnung des Thierreiches.

Die hier unterschiedenen Wirkungen auf die Pflanzen finden wir vielfach bei Thieren von naher naturgeschichtlicher Verwandtschaft beisammen; es ist nicht möglich jeder einzelnen Ordnung des Thierreiches, ja nicht einmal ausnahmslos jeder einzelnen Thiergattung einen bestimmten Character als Pflanzenschädiger zu geben. So finden wir z. B. unter den Gallmilben und unter den Pflanzenläusen sowol auszehrende Wirkungen als auch Gallenbildungen, unter den Dipteren, Hymenopteren und Coleopteren sowohl zerstörende und wundenerzeugende Fresser, als auch Gallenbildner. Und ebensowenig sind die einzelnen Ordnungen und selbst nicht einmal jede Gattung der Gallenbildner durch eine bestimmte Form von Cecidien characterisirt. Denn einmal finden wir oft eine und dieselbe Gallenform in verschiedenen Ordnungen des Thierreiches, und anderseits werden von Thieren einer und derselben Ordnung und sogar einer und derselben Gattung die verschiedenartigsten Gallen erzeugt. So sind unter den von den Gallmilben veranlaßten Cecidien beinahe alle morphologischen Formen derselben, die es überhaupt giebt, vertreten. Eine ähnliche Vielgestaltigkeit zeigen die Gallen der Dipteren. Dabei darf nicht daran gedacht werden, daß der Unterschied der Nährpflanze die Verschiedenheit der Gallen, die zwei naturgeschichtlich sehr nahe verwandte Thiere erzeugen, erkläre, denn wir finden solche auf einer und derselben Nährpflanze, sehr oft auf einem und demselben Blatte. So giebt es z. B. auf den Lindenblättern wenigstens vier morphologisch grundverschiedene Gallen, die durch naturgeschichtlich einander äußerst ähnliche Gallmilben erzeugt werden. Auf den Blättern der Rüstern erzeugen drei Arten Pflanzenläuse ebensoviele Gallenformen, auf denjenigen der Pappeln giebt es wenigstens drei

Arten Läuse in drei verschiedenen Gallen, auf den Buchenblättern zweierlei durch zwei Gallmückenarten erzeugte Cecidien, und die Eiche übertrifft alle Pflanzen in dem Reichthum an Cynipidengallen.

Bedingungen der Gallenbildung.

Bedingungen der Gallenbildung sind auch hier erstens der noch in der Entwickelung begriffene Zustand des Pflanzentheiles (an einem völlig ausgebildeten Theile, welcher kein Wachsthum und keine Zellenbildungen mehr zeigt, kann keine Galle entstehen) und zweitens die Action des Parasiten. Ueber die letztere läßt sich etwas Allgemeines nicht sagen. Erstens liegen darüber noch lange nicht genügende Beobachtungen vor, zweitens können wir schon jetzt sagen, daß diese Verhältnisse bei den einzelnen Gallenbildnern verschieden sind, und so lange nicht umfassendere Beobachtungen angestellt sind, ist es ganz nutzlos Theorien über Gallenbildung aufzustellen. Zur Erzeugung einer Galle genügt bald der bloße Aufenthalt und das damit verbundene Saugen des erwachsenen Thieres, wobei entweder eine ständige Anwesenheit oder ein einmaliger Besuch hinreichend sein kann (siehe unter Phytoptus und Pflanzenläusen), bald ist die Action mit der Entwickelung der Brut verbunden, wobei der gallenbildende Einfluß entweder schon mit der Ablage des Eies seitens des Mutterthieres (z. B. Blattwespen, vielleicht manche Cecidomyiden) oder erst durch das aus dem Ei entwickelte Junge ausgeübt wird (Gallwespen, Cecidomyiden). Es ist einleuchtend, daß wir damit immer erst nur das Aeußere der Erscheinung kennen; das Wesen des gallenerzeugenden Reizes bleibt uns dabei immer noch verschleiert.

Morphologische Charactere der Zoocecidien.

Morphologisch läßt sich über die Zoocecidien nichts allgemein Zutreffendes sagen; in dieser Beziehung ist ihr Character von der größten Mannigfaltigkeit, und ist wegen des Näheren auf die einzelnen Kapitel selbst zu verweisen, wo die Gallen nach ihren morphologischen Characteren classificirt sind.

Erstes Kapitel.

Räderthiere.

Gallen an Vaucheria.

Von diesen mikroskopisch kleinen Thieren ist nur eine einzige pflanzenbewohnende Species bekannt, welche auf Algen die einfachste Form eines Zoocecidiums erzeugt, analog den durch Chytridien auf Algen hervorgebrachten einfachsten Gallen (pag. 369 ff.). An den einzelligen schlauchförmigen Fäden von Vaucheria kommen Gallenbildungen vor, welche von einem Räderthier (Notommata Werneckii *Ehrenb.*) bewohnt werden.[1]) Es sind Aussackungen der Fäden, welche selten terminal, meist seitlich sitzen, aus engem, halsförmigen Grunde sich erweitern und oben in 2 oder mehr horn-

---

[1]) Vergl. Magnus, Hedwigia 1877, Nr. 9. und R. Wollny, Hedwigia 1877, Nr. 11.

förmige Auswüchse übergehen. Sie enthalten je ein Mutterthier und zahlreiche Eier und Junge. Uebrigens fand R. Wollny die Form der Galle an verschiedenen Vaucheria-Arten etwas ungleich: bei Vaucheria geminata und racemosa die beschriebene, bei V. clavata verkehrt birnförmig, bei V. uncinata von der Form eines geraden Cylinders mit abgerundetem oberen Ende. Die Fruchtbildung dieser Algen wird in Folge der Gallenbildung mehr oder weniger verhindert. Ob die Jungen aus den hornförmigen Auswüchsen der Gallen auswandern oder die Tendenz haben in die Algenschläuche sich zu wenden, ist unentschieden. Ebenso unbekannt ist es, wie sie sonst in die Alge gelangen und wie sie überwintern.

Zweites Kapitel.

Würmer (Nematoden).

Rüben-Nematoden.

Als Parasiten, welche auf die Pflanzen eine lediglich auszehrende Wirkung ausüben, würden unter den Würmern nur die von Schacht[1]) entdeckten Rüben-Nematoden oder Rübentrichinen (Heterodera Schachtii *Schmidt)* zu nennen sein, stecknadelkopfgroße, cystenartig angeschwollene und mit Eiern erfüllte Würmer, von denen die fadenförmigen Männchen sehr verschieden sind, und welche auf den feinen Wurzelenden von Beta vulgaris angesaugt leben und ein Kränkeln der Pflanzen und Zurückbleiben ihres Wachsthums zur Folge haben. Nach Kühn[2]) kommt derselbe Schmarotzer auch an den Wurzeln des Hafers, der Gerste, des Weizens und des Ackersenfs vor.

Aelchen.

Unter den mikroskopisch kleinen Aelchen (Anguillula) giebt es eine Anzahl pflanzenbewohnender Parasiten, welche Gallenbildner an sehr verschiedenen Pflanzentheilen und die Ursachen eigenthümlicher Krankheiten sind.

Radenkorn des Weizens durch das Weizenälchen.

1. Das Weizenälchen (Anguillula Tritici *Roffr.*) veranlaßt das sogen. Gichtkorn oder Radenkorn des Weizens. Die damit behafteten Pflanzen bleiben etwas niedriger und werden zeitiger gelb als die normalen; ihre Aehren enthalten gewöhnlich lauter mißgebildete Körner. Dieselben sind kleiner, durchschnittlich nur halb so groß als gesunde Weizenkörner, mehr abgerundet (Fig. 122 B), schwarzbraun, haben eine dicke, harte, holzige Schale und enthalten eine weißliche, faserig-markige Substanz, welche aus nichts als aus zahllosen, regungslos in einander geschlungenen Aelchen besteht, deren jedenfalls mehrere Tausend auf ein Radenkorn kommen, und deren jedes 0,86 Mm. lang ist. Nach der von C. Davaine[3]) ausführlich beschriebenen, von

[1]) Zeitschrift des Vereins f. Rübenzuckerindustrie, 1859. pag. 177 u. 240. — Vergl. auch A. Schmidt, ebendaselbst 1871.

[2]) Landw. Jahrb. 1874, pag. 47.

[3]) Compt. rend. 1855, pag. 435, und 21. Juli 1856.

Haberland[1]) bestätigten Entwickelungsgeschichte ist es sicher, daß diese Aelchen die Krankheit wieder erzeugen. Wenn nämlich die Thiere angefeuchtet werden, so beginnen sie nach einigen Stunden ihre Bewegungen. Die Gichtkörner können jahrelang trocken aufbewahrt werden, ohne daß die Thiere ihre Wiederbelebungsfähigkeit verlieren; es ist sogar ein Fall von Wiederbelebung nach 25 Jahren angegeben worden.[2]) Wenn nun die Körner im Boden erweichen und verwesen, so kommen die Aelchen in Freiheit und verbreiten sich im Boden, wo sie nach jungen Weizenpflanzen gelangen können (nach Haberland kann sich die Verbreitung im Boden bis auf 20 Cm. erstrecken). Ist das der Fall, so steigen sie zwischen den Scheiden derselben empor und kommen an die junge Aehre, wenn diese noch in den ersten Entwickelungsstadien sich befindet. Das Eindringen der Thiere in die Anlage des Fruchtknotens, nach Haberland bisweilen auch in die Staubgefäße, hat das Auswachsen dieser Theile zur Galle zur Folge. Dieselbe erreicht schon frühzeitig ihre Größe und enthält anfangs nur einige der bis dahin geschlechtslosen Aelchen. Hier aber nehmen dieselben Geschlechtsdifferenz an; die Weibchen legen Eier in den Gallen und gehen dann zu Grunde, während aus den Eiern die geschlechtslosen Würmchen auskommen, die man in der fertigen Galle findet. Die Wand der letzteren besteht aus mehreren Schichten poröser Sclerenchymzellen, auf welche nach innen collabirte, parenchymatische Zellschichten folgen. Gegenmaßregeln: Entfernung etwaiger Radenkörner aus dem Saatgute durch Absieben und Verbrennung derselben, tiefes Umpflügen radenkranker Aecker, Unterlassung des sofortigen Wiederanbaues von Roggen auf solchen Aeckern.

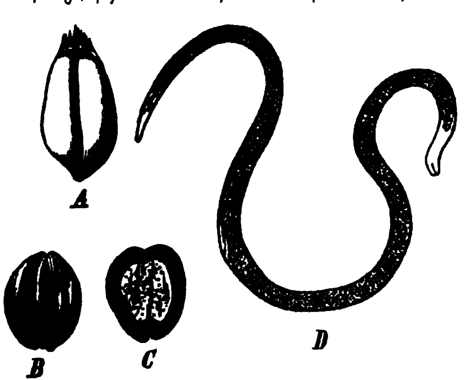


Fig. 122.

Das Radenkorn des Weizens. A gesundes Weizenkorn, B Radenkorn, beide in gleichem Verhältniß etwas vergrößert. C Durchschnitt eines Radenkornes, zeigt die dicke, holzige Schale und das weiße Innere, welches aus einer Masse von Aelchen besteht. D eins der Weizenälchen aus dem Inneren eines Radenkornes, nach mehrstündiger Befeuchtung beweglich geworden, 150 fach vergrößert.

Verschiedene andere Aelchen.

Ein anderes Aelchen, Anguillula Phalaridis *Steinb.*, lebt in den abnorm vergrößerten, flaschenartig zugespitzten, purpurbraunen Fruchtknoten von Phleum Boehmeri, dessen Spelzen dabei zugleich um das Mehrfache sich vergrößern, sowie auch in den Aehrchen von Koeleria glauca. Die Fruchtknoten enthalten häufig das Elternpaar und außerdem bald Eier, bald Junge. In den Frucht-

[1]) Wiener landw. Zeitg. 1877, pag. 456.

[2]) Vergl. A. Braun, Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 16. März 1875.

knoten von Agrostis stolonifera kommt Anguillula Agrostidis *Steinb.* vor.[1]) Anguillula Millefolii *(F. Lw.)*, welches F. Löw[2]) entdeckte, erzeugt an den Blättern von Achillea Millefolium knotenartige, härtliche Anschwellungen der Blattsegmente und der Blattspindel. Dieselben entstehen als eine Hypertrophie des Blattparenchyms, wodurch dieses nach beiden Seiten hin ausgeweitet wird und eine Höhlung bekommt, in welcher mehrere Aelchen sich befinden. Das Gewebe ist ein fleischiges, aus vergrößerten, ungefähr runden Zellen bestehendes, mehrschichtiges Parenchym, in welchem auch Fibrovasalstränge verlaufen. Aehnliche Anguillulengallen kennt man an den Hüllblättern von Leontopodium alpinum[3]) als 1,5—2,5 Mm. große, beiderseits vorragende Anschwellungen, ferner als runzelige, bleichgelbe Verdickungen an den Blättern von Falcaria Rivini[3]), und als einseitig hervortretende, durch bläulich gefärbte Zellsäfte schwarze Höcker an den Blättern von Agrostis canina und Festuca ovina.[4])

Roggen- und Kardenälchen.

Das Roggenälchen und das Kardenälchen (Anguillula devastatrix *Kühn)*. Dieser auf verschiedenen Pflanzenarten gedeihende Parasit verursacht, wie zuerst Karmrodt[5]) und genauer Kühn[6]) gezeigt haben, erstens die Wurmkrankheit des Roggens und anderer Halmfrüchte, die in manchen Gegenden Deutschlands häufig ist und den Namen Stock, Knoten oder Kropf führt. Die Aelchen leben hier in den Internodien des jungen Halmes und in der Basis der Blattscheiden. Die Folge ist, daß an den Roggenpflanzen Ausgang Winters die ersten Blätter gelb werden, dann lauter schmal linealische, kürzere Blätter sich entwickeln, welche dicht bei einander stehen, indem der Halm kurz, stockig bleibt; die Internodien sind verkürzt, die Blattbasen breiter als gewöhnlich. In dem Parenchym zwischen den Gefäßbündeln liegen Eier, Larven und geschlechtsreife Anguillulen, oft reihenweise. Gewöhnlich treibt die Pflanze keinen Halm, der Stock wird gelb und stirbt bald ganz ab. Doch kommen auch bisweilen die Halme zur Entwickelung und bringen Aehren, dabei bleiben sie entweder sehr kurz oder erreichen auch vollkommene Halmlänge. Die Aelchen finden sich dann im Halme und selbst in der Aehrenspindel. Kühn (l. c.) hat gezeigt, daß mit diesem Aelchen, das von ihm entdeckte[7]) Kardenälchen (Anguillula Dipsaci *Kühn*) identisch ist. Dieses bewohnt das Zellgewebe im Innern der Kardenköpfe, sowie die Fruchtknoten und den Grund der Haarkrone derselben und ist die Ursache der Kernfäule der Kardenköpfe, wobei das Zellgewebe derselben sich bräunt und vertrocknet, die Fruchtknoten zu verkümmerten Körnern mit fast doppelt so großer Haarkrone als gewöhnlich sich entwickeln. Jenen Beweis hat Derselbe dadurch erbracht, daß er Stücke kernfauler Kardenköpfe mit Roggen aussäete und dadurch an den Roggenpflanzen den Stock entstehen sah, während nicht in dieser Weise

[1]) Vergl. A. Braun, l. c.

[2]) Verhandl. des zool. bot. Ver., Wien 1874.

[3]) v. Frauenfeld in Verhandl. d. zool. bot. Ver., Wien 1872, pag. 396 und A. Braun in Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde, Berlin 16. März 1875.

[4]) Magnus, Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1875, pag. 73, u. 1876, pag. 61.

[5]) Zeitschr. des landw. Ver. f. Rheinpreußen 1867, pag. 251.

[6]) Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1867, pag. 99 und Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. Halle 1868, pag. 19.

[7]) Krankheiten der Kulturgewächse, pag. 178.

behandelter Roggen gesund blieb. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Anguillula auch noch andere Nährpflanzen hat. Die große Lebenszähigkeit (Kühn beobachtete Wiederbelebung der Aelchen nach 2jährigem Eingetrocknetsein), die Kleinheit und ungeheure Menge dieser Thiere erklären die constatirte große Ansteckungsfähigkeit der Stockkrankheit, welche durch Erde von erkrankten Feldern, durch die Hufe der Thiere und das Schuhwerk der Menschen verbreitet werden kann. Die kranken Kardenpflanzeu müssen vor der Reife ausgezogen und verbrannt werden. Stroh von wurmkrankem Roggen darf nicht in den Dünger kommen. Kranke Aecker sind tief umzubrechen, damit die inficirte obere Bodenschicht in die Tiefe gebracht wird. Auf einem kranke Acker darf nicht unmittelbar eine Frucht folgen, welche Nährpflanze der Aelchen ist.

Wurzelälchen.

Das Wurzelälchen (Anguillula radicicola *Greef*) erzeugt kleine, gallenartige Anschwellungen von Knöllchenform an den dünneren Wurzelzweigen verschiedener Pflanzen, nämlich von Gräsern, wie Poa annua, Triticum repens[1]) und Elymus arenarius[2]) und von Crassulaceen, wie Sedum- und Sempervivum-Arten.[3]) Dieselben sind ebenfalls Hypertrophieen des Rindeparenchyms, von 0,3 bis 10 Mm. Durchmesser, je nach der Anzahl der zu einem Complex vereinigten Einzelgallen, deren jede zahllose Anguillulen enthält. Letztere durchlaufen darin ihre Entwickelung bis zur Geschlechtsreife und wandern zuletzt aus, wahrscheinlich, um die Eier in andere Wurzeln zu legen.

Aelchen an den Wurzeln des Kaffeebaumes.

Neuerlich ist durch Jobert[4]) eine Anguillula bekannt geworden, welche an den Wurzeln des Kaffeebaumes in Brasilien Gallen hervorbringt und dadurch ein rapides Absterben der Bäume veranlaßt. Die unregelmäßigen, etwa hanfkorngroßen Nodositäten stehen an den feineren Würzelchen bald seitlich, bald in der Achse derselben, bald terminal; sie enthalten eine Höhlung, welche in den jüngsten Stadien mit 50 bis 60 Eiern, in älteren Entwickelungszuständen mit eingerollten, 1/4 Mm. langen Aelchen erfüllt ist. Sie öffnen sich später nach außen, und diese Verwundungen sind die Ursache des Absterbens der Würzelchen; das Gewebe wird bis auf die Fibrovasalstränge zerstört, indem die Höhlung bis in die Mitte des Würzelchens geht, wobei sich allerhand saprophyte Pilze einfinden. Die Würzelchen gehen dadurch zu Grunde; das Absterben setzt sich dann auf die älteren Wurzeln bis zur Pfahlwurzel fort. Die Rinde des Stammes ist nicht abnorm, aber das junge Holz zeigt besonders an der Außenseite und um die Gefäße rostfarbene Flecken. Der anfangs gesunde Baum erscheint schon am nächsten Tage gelb, die Blätter welk, und nach mehreren Tagen ist er entblättert und abgestorben. Es werden besonders 7- bis 10jährige Bäumchen befallen, namentlich an Flußrändern und in feuchten Thälern. Die Krankheit greift centrifugal um sich, offenbar wegen der Verbreitung der Anguillulen, denn die Erde in der Umgebung der zerstörten Wurzeln ist mit den Würmchen erfüllt. Nach Eintrocknung sind dieselben nicht wie andere Arten wieder belebungsfähig, wodurch die Immunität der Kaffeebäume in trockenem Boden erklärlich erscheint.

---

[1]) Vergl. Greef, Verhandl. des naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinlande 1864 und Ber. d. Marburger Ges. z. Beförd. d. Naturwiss. 1872, pag. 169.

[2]) Warming, Botanisk Tidsskrift 3. Reihe. II. 1877, referirt in Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 516.

[3]) Licopoli, Sopra alcuni tubercoli 2c., referirt. in Just, bot. Jahresber. für 1876, pag. 1235.

[4]) Compt. rend. 9. Dec. 1878.

Drittes Kapitel.
Mollusken.

Ackerschnecke.

Von diesen sind als Pflanzenfeinde die **Ackerschnecken** (Limax agrestis *L.)* zu nennen, bis 2,5 Cm. lange, gehäuselose, bräunlichgraue Schnecken, welche auf der Erde leben, auch ihre Eier daselbst ablegen, durch Feuchtigkeit sehr begünstigt werden und dann an allerhand Pflanzen die weichen und zarten Theile zerstören, besonders Blätter verzehren, Triebe abfressen u. dgl. Sie gehen namentlich junges Getreide, jungen Klee, alle Gemüsearten, Gartenzierpflanzen ꝛc. an. Man bekämpft sie durch Absuchen, wozu man auch Stücke von Kürbis, Rüben u. dgl. auslegt, an denen sie sich sammeln, und durch Ausstreuen von Kalk oder Viehsalz.

Viertes Kapitel.
Milben.

Milben sind kleine, meist kaum mit unbewaffnetem Auge erkennbare spinnenartige Thiere, mit 8 oder 4 Beinen und zeitlebens ohne Flügel. Viele leben als wahre Parasiten auf Pflanzen, und wir unterscheiden die Gattung Tetranychus als achtbeinige Milben, die auf den Blättern durch ihr Saugen eine rein auszehrende Wirkung hervorbringen, und die Gattung Phytoptus, deren Arten ausnahmslos Gallen erzeugen.

A. Die Blattdürre, verursacht durch die Milbenspinne oder rothe Spinne (Tetranychus telarius *L.)*.

Die Milbenspinne, die Ursache einer Blattdürre.

In der heißesten Zeit des Sommers erscheint auf der Unterseite der Blätter vieler im Freien wachsenden Pflanzen in Menge eine kleine, rothe, ovale, achtbeinige, im entwickelten Zustande ungefähr 0,25 Mm. lange Milbe obigen Namens, welche verursacht, daß die befallenen Blätter schnell sich gelb oder braun färben, trocken werden und abfallen.

Dieses sehr schädliche Thier ist nicht jedes Jahr gleich häufig; wenn es auftritt, pflegt es gewöhnlich über ganze Gärten nnd Anlagen verbreitet zu sein, so daß gewisse Pflanzen schon von ferne ihr Gelbwerden erkennen lassen. Die Erscheinung ist daher täuschend ähnlich der zu derselben Zeit sich einstellenden Sommerdürre (pag. 300), und oft mögen beide Ursachen combinirt sein. Daß diese Blattdürre aber von dem Verscheinen der Pflanzen durch sommerliche Trockenheit verschieden ist, geht daraus hervor, daß sie, wenn einmal die Milben vorhanden sind, auch bei feuchter Witterung auftritt. Die Milbenspinne befällt die verschiedenartigsten Pflanzen, am meisten breitblätterige Dicotyledonen. Besonders häufig ist sie auf Feuerbohnen, auf **Winden** (Pharbitis hispida) und auf vielen anderen Gartenzierpflanzen, auf **Runkel-**

rüben, auf allerhand Unkräutern, selbst auf Grasblättern, auf dem Hopfen, wo die Krankheit mit dem Namen Kupferbrand bezeichnet worden ist,[1]) ferner auf dem Laub von Holzgewächsen, besonders Linden, Roßkastanien, Weiden, Rosen ꝛc., selbst an den Nadeln der Fichten beobachtete ich sie. Auch auf Zimmer- und Glashauspflanzen kommt sie vor, z. B. auf den Blättern von **Musa**. Ueberall bringt sie im Wesentlichen dieselben Symptome hervor. Auf der Unterseite der kranken Blätter bemerkt man eine weißliche, mehlartige Masse, die aus den Bälgen der gehäuteten Thiere und aus den weißlichen Eiern besteht; dazwischen und zugleich unter einer Art Gespinnst, welches von feinen, über das Blatt hingesponnenen Fäden gebildet ist, sitzen die Milben angesaugt. Auf Dicotyledonen beginnt die Entfärbung häufig in den Winkeln der Blattrippen, wo die Milben zuerst sich ansaugen, oder es erscheinen schon anfangs gleichmäßiger über das Blatt verbreitet zahlreiche, sehr kleine, bleiche Pünktchen auf dem noch grünen Grunde, deren jedes die Saugstelle einer Milbe anzeigt, so daß das Blatt fein gescheckt wird. Die Farbe wird dann immer intensiver gelb und gelbbraun; beim Hopfen bilden sich röthliche Flecken, die in wenig Tagen dunkelbraun werden und rasches Dürrwerden des Blattes veranlassen. Auf den Grasblättern entstehen kleine, längliche weiße Flecken. Bisweilen schreitet die Krankheit rasch bis zu den jüngsten Blättern fort und kann dann vollständiges Absterben ganzer Triebe zur Folge haben. Die Milbe soll an der Erde im abgefallenen Laube u. dgl. und auch in der Erde überwintern, außerdem wahrscheinlich an den Pfählen, Spalieren und in sonstigem Holzwerk, an welchem Pflanzen gezogen werden, an den Holzpflanzen wahrscheinlich in der Rinde. Die Vertilgung dürfte mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Vorläufig sind wir gegen das Thier machtlos, denn das Abwischen der Blätter ist im Großen nicht durchzuführen. Räucherung mit Schwefel in langen Pfannen unter den Hopfenpflanzen hat nichts genützt. Vernichtung des alten Laubes, Reinigung und Desinfection der Pfähle, Stangen u. dgl. und möglichst luftiger, freier, nicht zu dichter Stand der Pflanzen möchten noch am ersten Erfolg haben.

B. Die durch Gallmilben (Phytoptus) erzeugten Milbengallen (Acarocecidien oder Phytoptocecidien).

Natur der Gallmilben.

Es giebt keine andere Gattung parasitischer Thiere, welche bei so großer Aehnlichkeit ihrer Arten eine solche Mannigfaltigkeit von Gallenbildungen und ein so weit verbreitetes Vorkommen auf den verschiedensten Pflanzenarten darböte wie die Gallmilben. Wir haben es hier mit sehr kleinen, dem unbewaffneten Auge fast unsichtbaren Thierchen zu thun. Dieselben sind 0,13—0,27 Mm. lang und haben einen fast walzenförmigen, nach hinten etwas verschmälerten, geringelten Leib mit konisch zugespitztem Kopfende, hinter welchem nur 2 Paar kurze Beine sich befinden, mittelst deren das Thier seinen langen Körper schwerfällig fortbewegt. Diese Milben sind zu allen Zeiten vierbeinig und ungeflügelt. Sie leben während des Sommers beständig in Gallen, nähren sich wahrscheinlich

[1]) Vergl. Voß, Beitr. z. Kenntniß des Kupferbrandes ꝛc. in Verhandl. d. zool. bot. Ges. zu Wien 1875, pag. 613.

saugend, ohne dabei mechanische Zerstörung an den Pflanzenzellen hervorzubringen, und vermehren sich während des Aufenthaltes in den Gallen durch Eierlegen.

Historisches.

Zum ersten Male sind solche Milben von Réaumur[1]) in den sogenannten Nagelgallen der Lindenblätter gesehen, jedoch ganz ungenügend beschrieben worden. Turpin[2]) hat später das Thier Sarcoptes gallarum tiliae genannt. Spätere Beobachter, wie Dugès[3]) und v. Siebold[4]) beschrieben die Thiere genauer und erkannten in ihnen Acariden, hielten sie jedoch wegen der 2 Paar Beine für Larven. Dujardin[5]) gab zuerst die vollständige Beschreibung dieser Milben, beobachtete sie auch in den Knospengallen der Haseln und erschütterte durch Auffindung der Eier derselben die Annahme, daß es Larvenzustände seien; er nannte die Gattung Phytoptus (dem Namen Sarcoptes nachgebildet, aber statt Phytocoptes — einer der die Pflanzen anſticht — in Phytoptus verstümmelt). In der Folge haben die Zoologen auch in anderen Gallen, besonders im Erineum (s. unten) diese Milben gefunden; so Fée[6]), Steenstrup[7]), Pagenstecher,[8]) v. Frauenfeld[9]) und Landois.[10]) Noch weiter ausgedehnte Beobachtungen über das Vorkommen derselben in den verschiedensten Acarocecidien verdanken wir den Arbeiten von Thomas,[11]) denen auch die vorstehenden Literaturnachweise entlehnt sind.

Unterscheidung der Species von Phytoptus.

Die Speciesunterscheidung in der Gattung Phytoptus ist noch ganz problematisch. Wir wissen, daß diese Thiere auf zahlreichen Pflanzen verbreitet sind und auf jeder eine bestimmte Form von Gallen erzeugen. Pagenstecher hat sie nach den Nährpflanzen als Phytoptus pyri, vitis, tiliae etc. benannt. Nun sind aber die Milben der verschiedenen Gallen einander so ähnlich, daß die Differenzen ihrer Entwickelungszustände, die man in einer und derselben Galle antrifft, oft größer sind, als die Unterschiede der entwickelten Bewohner verschiedener Milbengallen, und ein eigentlicher Beweis, daß jenes verschiedene Species sind, liegt nicht vor. Ebensowenig sind aber umgekehrt Versuche gemacht worden, Milben von einer Nährpflanze auf eine andere zu übertragen, um dadurch ihren specifischen Werth zu prüfen. Allerdings sprechen außer der morphologischen Verschiedenheit der Gallenbildungen auch die verschiedenen Gewohnheiten, welche die Thiere je nach der Art der Gallen sich angeeignet haben müssen, für ihre specifische Verschiedenheit; keinem Zweifel kann dieselbe in denjenigen Fällen unterliegen, wo auf einem und demselben

---

1) Mémoires pour servir à l'hist. des insectes. Paris 1737. III. pag. 12.

2) Froriep's Notizen. Weimar 1836. Bd. 47. pag. 65.

3) Recherches sur l'ordre des Acariens. Paris 1834.

4) Ber. über die Arb. der entomol. Sect. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. 1850.

5) Ann. des sc. natur. 1851, pag. 166.

6) Mémoire sur le groupe des Phyllériacées. Paris et Strassbourg 1834.

7) Förhandlingar ved de skandinaviske Naturforskeres. Christiania 1857 pag. 189.

8) Verhandl. des naturhist.-medic. Ver. zu Heidelberg I. pag. 46.

9) Verhandl. d. zool.-botan. Gesellsch. Wien 1864.

10) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XIV. pag. 353.

11) Hallische Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwiss. 1869, pag. 313 ff.; 1872, pag. 193, 459; 1873, pag. 513; 1877, pag. 329.

Pflanzentheile mehrere Arten von Acarocecidien vorkommen. So sind mir z. B. auf den Lindenblättern allein 4 verschiedene Milbengallen bekannt.

Lebensweise der Gallmilben.

Ueber den Winteraufenthalt der Milben ist zuerst von Landois (l. c.) bezüglich derjenigen, die das Erineum (Filzkrankheit) der Weinblätter bewirken, die Behauptung aufgestellt worden, daß die Parasiten in dem Erineum des abgefallenen Laubes überwintern und im Frühlinge wieder die Weinstöcke besteigen, um zu den jungen Blättern zu gelangen. Ich theile den Zweifel, den Thomas[1]) dagegen ausspricht, und halte, mit Beziehung auf die directe Beobachtung, die ich an den die Knospengallen von Corylus erzeugenden Milben anstellte, mit Thomas dafür, daß die Thiere auf der Pflanze aus den Gallen auswandern, um in den Knospen zu überwintern, von denen sie im Frühjahr am leichtesten auf die neuen Theile gelangen. Thomas hebt sehr treffend hervor, daß die Gallen gewöhnlich nur an einzelnen Sprossen eines Strauches vorkommen, was unerklärlich sein würde, wenn die Thiere vom Boden aus auf die Pflanze wanderten. Und da sie nicht durch Flug, sondern nur kriechend sich verbreiten, das abgefallene Laub aber durch den Wind verweht wird, so ist schon aus Nützlichkeitsgründen zu vermuthen, daß dieselben vortheilhaftere Gewohnheiten angenommen haben. Thomas hat in der That mehrfach diese Gallmilben im Herbst oder zeitigem Frühlinge hinter den Knospenschuppen und zwischen der Knospe und dem Zweige gefunden und betont die beachtenswerthe Thatsache, daß die Milbengallen fast nur an Holzpflanzen und perennirenden Kräutern vorkommen, wo ein Winteraufenthalt auf der Pflanze allein möglich ist, sowie daß man an vielen Bäumen und Sträuchern mehrere Jahre hindurch ein stationäres Vorkommen dieser Cecidien beobachtet, was ich für die Knospengallen von Corylus bestätigen kann. Bei diesen ist mir das Verhalten der Parasiten lückenlos bekannt. Im Herbst findet man neben den normalen Knospen die deformirten vollkommen entwickelt und in den letzteren die Milben, welche hier den Winter über vorhanden sind. Die Knospengallen sind auch im Frühlinge noch da und von den Thieren und deren Eiern bewohnt, schwellen sogar jetzt noch mehr an und werden fast rosenförmig. Nachdem aber der Strauch sich belaubt hat, beginnen in der zweiten Hälfte des Mai die Gallen sich zu bräunen und zu vertrocknen. Jetzt werden sie von den Milben verlassen, und schaarenweise sieht man die Auswanderer auf den Zweigen hinlaufen und nach den jungen Trieben sich begeben, wo sie (23. Mai meiner Beobachtung) ihren Einzug in die neuen Knospen halten. Die letzteren wachsen dann sofort stärker: während die normalen um diese Zeit nur sehr kleine konische Höcker sind, sind die befallenen schon bis 2 Mm. lang geworden, von ovaler Gestalt, röthlich und stark behaart. Man findet die Thiere in diesen Knospen schon bis an den Vegetationspunkt vorgedrungen. Die Bildung der neuen Knospengallen ist jetzt schon im Gange; sie dauert nun fort um gegen den Herbst hin ihre Vollendung zu erreichen. Es ist hiernach die Vermuthung berechtigt, daß vielleicht alle Gallmilben in den Knospen oder sonstigen Verstecken auf ihren Nährpflanzen überwintern und sich im Frühjahre nach den neu gebildeten Theilen begeben, um hier wieder die Gallenbildung hervorzurufen. Damit stimmt auch überein, daß, soweit derartige Beobachtungen gemacht worden sind, die ersten Anfänge der Gallenbildung, schon an den jungen, soeben aus der Knospe gekommenen Blättern auftreten. Thomas[2]) hat auch die Stellung

[1]) Zeitschr. f. d. gesammt. Naturw. 1873, pag. 517.

[2]) l. c. pag. 535.

der Gallen am Blatt mit der Knospenlage desselben zur Zeit, wo es von den Milben angegriffen wird, in Beziehung zu bringen gesucht. So nehmen z. B. die Randrollungen an den ältesten Blättern oft die Basis des Blattes ein, weil nur diese Theile noch die den Thieren zusagende Weichheit haben, während an den weiter oben stehenden, jüngeren Blättern die Rollungen weiter bis zur Spitze reichen, an den obersten oft nur die Spitze einnehmen, weil diese Blätter zur Zeit der Invasion nur erst in ihren oberen Theilen hierzu genügend ausgebildet waren. Die Pocken auf den Birnblättern nehmen vorwiegend eine mittlere Längszone zwischen Mittelrippe und beiden Rändern ein, weil das diejenigen Theile sind, die in der gerollten Knospenlage des Blattes den Angriffen ausgesetzt sind. Die Mehrzahl der Beutelgallen hat ihren Eingang an der Unterseite des Blattes, weil diese in der Knospenlage die äußere ist. Die Faltungen und Rollungen, in denen viele Milben leben, sind identisch mit den Lagenverhältnissen dieser Theile in der Knospe. Auch die Thatsache ist hierher zu ziehen, daß fast nie ein einzelnes Blatt, sondern immer eine Anzahl oder die Mehrzahl der Blätter eines Sprosses befallen ist, so daß man den Sproß als ein Invasionsgebiet auffassen muß. Und meistens ist die Zahl der Gallen an den untersten Blättern des Sprosses am größten und nimmt an den oberen Blättern ab oder verschwindet, wenn der Sproß nicht gänzlich deformirt wird, indem offenbar die Milben auf den ersten Blättern, die sie erreichen, stehen bleiben. Oder das Maximum der Gallen fällt auf die mittleren Blätter des Sprosses. Diese Verhältnisse hängen wahrscheinlich von dem Entwickelungszustande des Sprosses und der Invasionszeit ab. Es geht aus allen diesen Thatsachen hervor, daß die Entwickelung der verschiedenen Milbengallen auf den Blättern in die Zeit des Knospenaustriebes fällt.

Vorgang der Gallenerzeugung.

Bezüglich des eigentlichen Vorganges der Gallenerzeugung kann nur vermuthet werden, daß er in einem Anstechen oder Ansaugen der Epidermiszellen, beziehendlich der Mesophyllzellen bei den endophyt lebenden Milben, besteht. Eine mechanische Verletzung der Zellen ist, auch im ersten Stadium der Bildung der Gallen, optisch nicht nachweisbar. Ueber das Verhalten der Thiere während der Ausbildung der Gallen begegnen wir bei Thomas der Vorstellung, daß die Milben von Anfang an sich an der Stelle befinden, welche sich zur Galle umwandelt, und durch ihr fortwährendes Saugen den Reiz zu dieser allmählichen Umwandlung hervorbringen. Hierfür sprechen seine Beobachtungen bei der Entwickelung der Beutelgallen an Prunus Padus,[1]) wo er in der Vertiefung der eben entstehenden Ausstülpung der Blattmasse schon eine oder mehrere Milben sitzen fand. Ob es in allen untersuchten Gallenanfängen so war, ist nicht erwähnt. Ebenso fand ich bei der Entstehung der knötchenförmigen Beutelgallen auf Salix Caprea die betreffende Stelle schon anfangs von einer oder mehreren Milben besetzt, welche durch die im Umkreise sich erhebende Gewebewucherung gleichsam überwallt und in die Galle eingeschlossen werden. Aber in anderen Fällen scheinen mir die Beobachtungen jener Annahme zu widerstreiten. In den jungen Beutelgallen auf Acer campestre habe ich Ende April trotz vielen Suchens absolut nichts von Milben oder sonstigen Organismen finden können. Am 20. Mai an den schon ziemlich ausgebildeten Gallen vorgenommene Durchsuchungen ergaben wieder negatives Resultat. Anfang Juli endlich fanden sich spärlich Milben in den Gallen, und in der zweiten Hälfte August waren letztere alle reichlich mit Milben und deren Eiern versehen. Eine ähnliche,

[1]) l. c. 1872, pag. 194.

wiewol anders gedeutete Beobachtung theilt Thomas[1]) von den Beutelgallen von Prunus Padus mit: er fand 7 Gallenanfänge ohne, 21 mit je einer, und eine Anzahl mit mehr als einer Milbe, außerdem auch vagabondirende Milben (außerhalb von Gallen). Die ersteren nennt er vom Parasiten verlassene Gallen. Diese Meinung ist nicht bewiesen; ich theile sie auch nicht, sondern halte diese Gallen für noch nicht von Milben bezogene. Es könnte wol sein, daß gewisse Eingriffe, welche die anfänglich auf dem Blatte vagabondirenden Milben ausüben, zur Anregung der Gallenbildung genügen, und daß die Thiere erst später, vielleicht wenn die Sorge für ihre Nachkommenschaft beginnt, sich in die Gallen zurückziehen. Die Entstehung des Erineum tiliaceum bringt mich zu derselben Annahme. Weder auf den Stellen, wo die erste Spur der Entstehung sich bemerkbar macht, noch in dem sich entwickelnden jungen Filze konnte ich Milben finden. Später, Anfang Juni, findet man sie in dem fertig gebildeten Erineum reichlich, zugleich mit Eiern. Bei der Linde bedeckt sich meistens die Stelle, welche Erineum entwickelt hat, auch auf der entgegengesetzten Seite des Blattes damit. Der gallenbildende Einfluß, der auf der einen Seite ausgeübt worden ist, pflanzt sich durch die Blattmasse nach der anderen Seite fort. Denn es wäre unerklärlich, daß die Milben immer genau dieselbe Stelle treffen sollten, wo auf der anderen Blattseite Erineum sich befindet. Es scheint hier nur der Gedanke an eine nachträgliche Einwanderung des Phytoptus in den Haarfilz übrig zu bleiben.

Geographische Verbreitung.

Die geographische Verbreitung des Phytoptus und seiner Gallen kann gegenwärtig über alle Erdtheile und Zonen, von der arktischen bis in die Tropen, und in den Gebirgen bis an die Schneegrenze angenommen werden, worüber unten bei den einzelnen Gallen Näheres angegeben ist.

I. Filzkrankheit der Blätter.

Erineum-Bildungen.

Wesen der Erineum-Bildung.

Viele Gallmilben bringen auf den Blättern nur eine abnorme reichliche Haarbildung hervor, wobei das Blatt in seiner Form keine Veränderung erleidet oder wenigstens nicht nothwendig eine solche erleiden muß. Das Cecidium stellt also hier nur dichte filzartige Haarflecken dar, welche gewöhnlich von lebhafter Farbe und daher an den grünen Blättern sehr auffallend sind. Bei jeder Pflanze sind diese Haare von besonderer Form und Beschaffenheit. Zwischen denselben haben die Milben ihren Aufenthalt und erzeugen daselbst auch ihre Brut.

Historisches.

Diese Filzkrankheiten sind schon seit langer Zeit bekannt und wurden von früheren Botanikern, welche sich durch die Farbe und die eigenthümlichen mit den normalen Haaren der Pflanze nicht übereinstimmenden Formen derselben täuschen ließen, für Pilzbildungen gehalten. Persoon[2]) machte daraus die Pilzgattung Erineum, Fries[3]) drei Gattungen Taphrina *Fr.*, Erineum *Pers.* und Phyllerium *Fr.*, die nach der Form der Haare unterschieden wurden.

---

[1]) l. c. 1873, pag. 534.

[2]) Tentamen dispos. method. fung. 1798, pag. 43 und Mycologia europaea II. pag. 2.

[3]) Systema mycologicum III. pag. 520.

Die Genannten sowie Schlechtendal[1]) und namentlich Kunze[2]) haben von diesen Gattungen viele Arten beschrieben und meistens nach den Pflanzen, auf welchen sie gefunden werden, benannt. Unger[3]) hat zuerst erkannt, daß es keine Pilze, sondern abnorme Haarbildungen der Blätter sind. Fée[4]) aber hat nicht nur die Milben an verschiedenen Erineum-Bildungen zuerst gesehen, sondern sie auch für die wirklichen Urheber derselben erklärt. Unabhängig davon erkannte auch Meyen,[5]) daß die Erineen abnorme Haarbildungen der Epidermis sind, darin bestehend, daß auf mehr oder weniger großen Stellen die äußere Wand der Epidermiszellen in Form eines Haares auswächst; die Milben hat er jedoch nicht gefunden. Genauer sind die Milben des Erineum von v. Siebold[6]) beschrieben worden. Nach den von Thomas[7]) gegebenen Literaturnachweisen fand in den Jahren 1859 bis 1862 Amerling 23 von ihm untersuchte Erineum-Arten von Milben bewohnt. Landois[8]) hat im Erineum des Weinstockes die Parasiten gefunden und auch die Geschlechtsverhältnisse und die Entwickelung der Thiere ermittelt. Endlich hat auch Thomas[9]) in vielen Erineen die Milben nachgewiesen und Beobachtungen über die Lebensweise und die Ueberwinterung dieser Thiere angestellt.

Formen der Erineum-Haare.

Auf den Blättern der verschiedenen Pflanzen sind diese Haare verschieden geformt, und auch nach den Pflanzentheilen kann ihre Form verschieden sein. Meistens sind es einzellige Gebilde (Ausnahme Erineum populinum) mit starker und cuticularisirter Membran, häufig mit gefärbtem Zellsafte. Der Ueberzug, den sie auf dem Blatte bilden, bietet vermöge der Beschaffenheit der Haare den Milben einen geeigneten und in hohem Grade geschützten Aufenthalt. Erstens sind die Haare wegen des Baues ihrer Membran ziemlich feste Gebilde. Zweitens schaffen sie durch ihre Gestalt ein vorzügliches Obdach, denn sie sind entweder lang cylindrisch und bilden bei ihrer aufrechten Stellung einen dichten und hohen Filz (Fig. 123, A), in welchem die Thiere sich aufhalten, oder sie sind an der Basis dünn, stielförmig, oben kopfartig in verschiedener Weise verdickt, und die Köpfe der benachbarten Haare pressen sich aneinander, treiben in einander greifende Aussackungen (Fig. 123, B, C, E) und verwachsen selbst miteinander, wobei sie an den verwachsenen Membranstellen dünnere, tüpfelartige Stellen bekommen können. So bilden die Haarköpfe gleichsam ein auf relativ dünnen Stielen stehendes Dach, unter welchem die Thiere sich aufhalten. Auch an den Rändern des Erineum-Rasens pflegt dieses Dach geschlossen zu sein, indem hier die Haare allmählich kürzer gestielt sind und ihre Köpfe bis an die Epidermis reichen (Fig. 123, C). Dieser Bau des Erineum und die Cuticularisirung der Membranen, durch die die Benetzung erschwert wird, verhindern ein Eindringen des Wassers in den von den Parasiten bewohnten Raum. Auch die mehr cylindrischen

---

1) Denkschr. d. bot. Ges. z. Regensburg 1822, pag. 73.
2) Mycologische Hefte. II. Leipzig 1823, pag. 133.
3) Exantheme, Wien 1833, pag. 376.
4) Mémoire sur le groupe des Phyllériées. Paris et Strassbourg 1834.
5) Pflanzenpathologie, pag. 242.
6) Ber. d. Arb. d. entomolog. Sect. der schles. Ges. f. vaterl. Cult. 1850.
7) Hallische Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwiss. 1869 Nr. 4.
8) Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1864, pag. 353.
9) l. c. 1869, pag. 329; 1873, pag. 517; 1877, pag. 329.

Fäden, z. B. beim Erineum tiliae, pflegen vielfach an den Stellen, wo sie sich in ihrem geschlängelten Verlaufe berühren, zu verwachsen und bilden hier elliptische, quer oder schief gerichtete, zu mehreren über einander stehende Tüpfel. Desgleichen bekommen die Epidermiszellen, welche diese Haare ge-

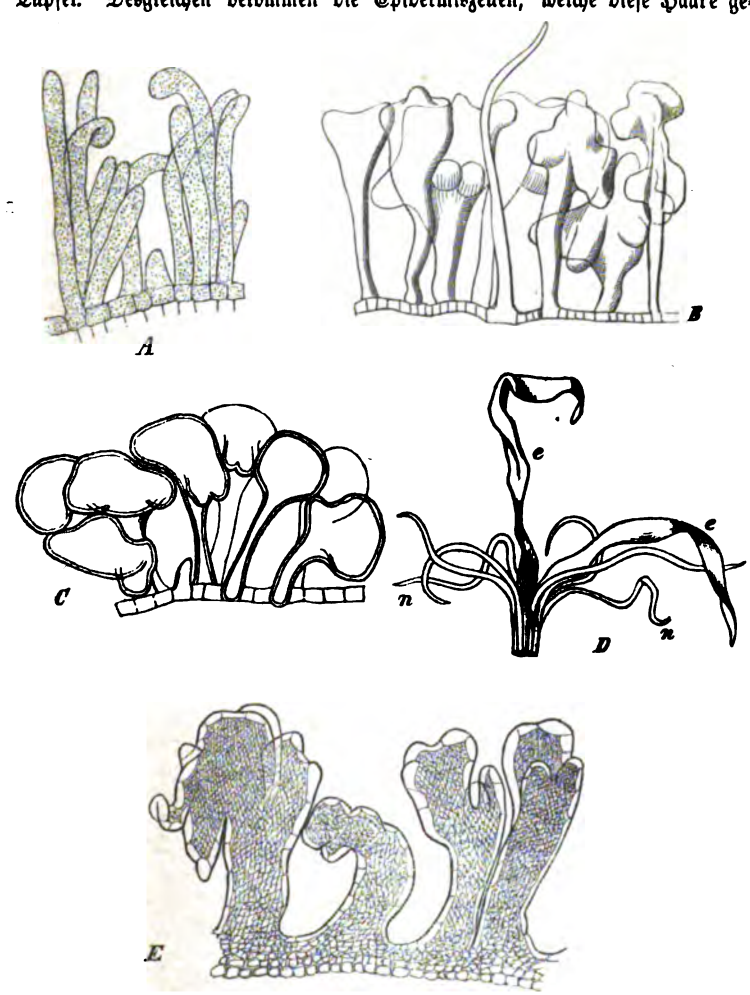


Fig. 123.

Verschiedene Formen des Erineum. A Erineum Tiliae. B E. Padi von Prunus Padus, in der Mitte ein normales Haar. C E. roseum von Betula. D E. ilicis von Quercus Aegilops. Ein normales Haarbüschel, von dessen einzelnen Haaren zwei (e) zu Erineum-Haaren deformirt, die anderen (n) normal sind. Bei starker Entwickelung des E. sind alle Haare eines Büschels metamorphosirt. E Erineum von Populus tremula, alle Haare sind hier Emergenzen, d. h. aus Mesophyll mit darüber gespannter Epidermis gebildete Auswüchse.

trieben haben, auf ihren gemeinsamen Seitenwänden große längliche Tüpfel. Der ganze Erineum-Rasen erweist sich auch darin als ein einheitliches gallenartiges Organ. Ihrer Entstehung nach sind die Haare des Erineum in den meisten Fällen vollständige Neubildungen, entstanden durch Auswachsen von Epidermiszellen, die im normalen Zustande keine Haare bilden. Man sieht in diesem Falle die normalen Haare des Blattes, wenn dasselbe solche besaß, zwischen den Erineum-Haaren unverändert (Fig. 123, B). Wenn das Erineum aus dichtem Filz cylindrischer Haare besteht, so ist fast jede Epidermiszelle haarartig ausgewachsen (Fig. 123, A); wenn es aus kopfförmigen Haaren besteht, so betrifft dies immer nur einzelne Epidermiszellen (Fig. 123, B u. C). Auf Blättern, die schon im normalen Zustande dicht behaart sind, kann dagegen die Erineum-Bildung auf einer Metamorphose der normalen Haare beruhen, ohne daß sonst Neubildungen hinzutreten. Man vergl. unten Erineum ilicinum und Fig. 123, D. Der Haarfilz bildet sich bei vielen Pflanzen auf der Unterseite der Blattes, bei einigen auf der Oberseite, bei manchen auf beiden Seiten derart, daß diejenigen Blattstellen, welche auf der einen Seite denselben tragen nach kurzer Zeit auch auf der anderen Seite sich damit bedecken. Wiewol eine Veränderung der Blattform nicht nothwendig mit dem Auftreten von Erineum verbunden ist, findet doch bisweilen an den damit bedeckten Stellen ein stärkeres Flächenwachsthum der Blattmasse statt, in Folge dessen die Stelle sich vertieft und blasig aussackt, wobei das Erineum stets in der Concavität liegt. Diese Fälle bilden schon den Uebergang zu den Beutelgallen (pag. 680).

Entstehung des Erineum.

Die Erineen entstehen im Frühjahre an den jung.n Blättern bald nach dem Ausschlagen. Bei Erineum tiliaceum, dessen Entstehung ich verfolgte, bemerkt man die ersten Anfänge unmittelbar nach Entfaltung aus der Knospe, wenn das Blatt erst etwa die Hälfte seiner Größe erreicht hat; doch können sie sich auch noch bilden an solchen jungen Blättern, die schon ihre volle Größe haben. Zunächst bemerkt man nur ein Verschwinden des Glanzes der Epidermis und eine sehr schwache Vertiefung der betreffenden Stellen. Dann beginnen die Epidermiszellen daselbst papillenartig auszuwachsen, indem die Außenwand derselben sich auswärts wölbt; viele Papillen röthen ihren Zellsaft. Zugleich wird jetzt das Mesophyll in diesen Blattstellen verändert. Im normalen Zustande besteht dasselbe aus 3—4 Schichten: an der Oberseite eine Schicht rechtwinkelig zur Blattfläche gestreckter Pallisadenzellen, an der Unterseite eine oder zwei Schichten rundzelligen, lockeren Gewebes, in der Mitte eine in der Zellform die Mitte haltende Zellschicht. In den jungen Erineum-Stellen, wenn diese die Papillenbildung an der einen Seite zeigen, besteht die Pallisadenschicht aus kürzeren, breiteren und chlorophyllarmen Zellen ebenfalls oft mit geröthetem Zellsafte. Vielleicht findet keine Zerstörung von Chlorophyllkörnern statt, sondern die Vermehrung derselben, welche das intensivere Grün der normalen Theile des Blattes bedingt, scheint hier zu unterbleiben. Die anderen Zellschichten zeigen sich weniger verändert; nur tritt oft auch in ihnen Röthung des Zellsaftes ein. Die Folge ist, daß das Mesophyll an diesen Stellen gleichförmiger ist, und den normalen Unterschied von Pallisadenzellen und Schwammgewebe kaum angedeutet zeigt. Dann erst wachsen die Papillen zu langen, schlauchförmigen gebogenen Haaren aus, und bald beginnen nun auch an der correspondirenden Stelle der anderen Blattseite die Epidermiszellen Haare zu treiben. Im Mesophyll bleibt ein sehr geringer Chlorophyllgehalt für immer bestehen. Bei

manchen Erineen kommt wol auch Stärkemehl in diesen Mesophyllzellen in größerer Menge zur Bildung.

Hinsichtlich der Lebensweise und des Winteraufenthaltes der Erineum-bildenden Milben, sowie hinsichtlich ihres Verhaltens bei der Entstehung der Filzkrankheit sind die bis jetzt bekannten Thatsachen bereits oben pag. 671 erwähnt.

Bedeutung für die Pflanze.

Das Erineum hat für die Nährpflanze einen pathologischen Character. Wir sehen zwar, daß die filzkranken Blätter im Allgemeinen nicht eher verloren gehen als die gesunden. Aber jede Erineum-tragende Partie der Blattsubstanz ist dem normalen Dienste des Blattes entzogen. Bei dem geringen, bisweilen wol ganz schwindenden Chlorophyllgehalt der kranken Stellen kann keine Assimilation stattfinden; und man darf vermuthen, daß auch die physiologische Arbeit der gesunden Theile eines filzkranken Blattes nicht der Pflanze zu Gute kommt, oder doch wenigstens mit für die Bildung des Erineum und die Ernährung der Gallmilben verbraucht wird. Einen noch höheren Grad muß diese Schädigung da erreichen, wo der größte Theil der Blattfläche und die Mehrzahl der Blätter oder alle Blätter eines Sprosses filzkrank sind. Je größer der Baum ist, um so weniger wird es allerdings für ihn ins Gewicht fallen, wenn nur einzelne Zweige von den Gallmilben befallen sind. Aber die Thiere können unter Umständen in der ganzen Krone selbst eines erwachsenen Baumes verbreitet sein. So sieht man z. B. das Laub alter Nußbäume durch das Erineum oft sehr intensiv deformirt. Bei kleineren Pflanzen können die einzelnen Stöcke um so leichter in höherem Grade oder total ergriffen werden. Der Weinstock bietet dafür ein Beispiel, indem er durch das Erineum oft eine hochgradige Laubverderbniß erleidet, die die Vegetation und die Tragfähigkeit des Stockes auffallend beeinträchtigt.

Gegenmaßregeln.

Zur Feststellung der Maßregeln, um die Pflanzen von dieser Krankheit zu heilen, d. h. deren Wiederausbruch im Frühjahre zu verhüten, muß man sich an die wenigstens für mehrere Fälle unzweifelhaft sicher gestellte Thatsache halten, daß die Thiere an und in den Winterknospen auf der Pflanze überwintern. Also Ausbrechen derjenigen Knospen vor dem Ausschlagen, welche an den im vergangenen Jahre stark filzkrank gewesenen Zweigen sitzen, oder gänzliches Zurückscheiden dieser Zweige. Chemische Mittel dürften gegen diese Parasiten noch nicht erprobt worden sein. Vom Erineum des Weinstockes hatte zwar Landois, wie oben erwähnt, behauptet, daß die Thiere in dem Filz der abgefallenen Blätter überwintern und im Frühlinge wieder auf die Weinstöcke wandern, in welchem Falle also die Vernichtung des abgefallenen Laubes die Hauptsache sein würde; allein diese Angabe muß geprüft werden und hat vorerst den anderen

Fällen gegenüber wenig Wahrscheinlichkeit, zumal da Briosi[1]) auch am Weinstock die Milben zahlreich in den Knospen überwinternd gefunden hat.

Vorkommen.

Das Erineum ist hauptsächlich eine Krankheit der Holzgewächse, doch findet es sich auch an manchen krautartigen Pflanzen, wiewol hier mehr Uebergänge zu anderen Gallenarten vorkommen. Unter den Laubbäumen ist vielleicht keine Gattung davon befreit. Auch steht es fest, daß Erineen in allen Klimaten vorkommen. Auf tropischen Bäumen kannten schon Kunze und Fée dergleichen Bildungen; in der wärmeren gemäßigten Zone sind sie sehr verbreitet, und in Schweden waren sie schon Fries bekannt, ebenso ist ihr Vorkommen auch in den höheren Gebirgsregionen nachgewiesen, indem Unger[2]) auf Alnus viridis in den Alpen über 1900 M. ein Erineum fand. Die bemerkenswerthesten der bekannten Filzkrankheiten sind folgende. Wir benennen sie mit den naturhistorischen Namen, die ihnen ehedem in der Meinung, daß es Pilze seien, gegeben worden sind, da wir sie damit am kürzesten bezeichnen.

Auf Tilia.

1. Tilia. Das Erineum tiliaceum *Pers.* (Fig. 123 A) bildet auf beiden Seiten der Lindenblätter anfangs weiße oder blaßrosenrothe, später mehr bräunliche, dichtfilzige Rasen auf flachen, selten etwas vertieften Blattstellen. Die Haare sind fadenförmig, dichtstehend, nach den Spitzen hin mehr oder weniger gebogen. Nur eine besondere Form hiervon ist das Erineum nervale *Kze.*, indem die Rasen vorwiegend linienförmig auf den Nerven stehen. Beide Bildungen gehen in einander über.

Auf Juglans.

2. Juglans. Auf den Blättern des Wallnußbaumes bildet das Erineum Juglandis *Schleich.* einen weißlichen Filz auf ziemlich stark vertieften, fast viereckigen Blattstellen, deren Umriß durch die begrenzenden Seitennerven bedingt ist. Die vertiefte Stelle ist die unterseitige; die aufgetriebene Oberseite zeigt ebenfalls eine filzige, aber viel schwächere Behaarung. Das Erineum besteht aus sehr langen, gebogenen, zugespitzten, einfachen, fadenförmigen Haaren. Manche Blätter sind total damit behaftet und dadurch ganz verunstaltet. In manchen Gegenden sehr häufig und schädlich.

Auf Quercus.

3. Quercus. Auf den Blättern von Quercus pubescens hat man ein Erineum quercinum *Pers.* gefunden, welches vertiefte, hellbraune Filze auf der Unterseite des Blattes bildet und aus steifen, wenig verwebten, einfachen Haaren besteht. Auf den immergrünen Eichen der Mittelmeerländer, wie Quercus Aegilops und Ilex bildet das Erineum ilicinum *Pers.* braunrothe, nicht vertiefte Rasen auf der Unterseite der Blätter. Bei Quercus Aegilops (Fig. 123 D) finde ich das Erineum durch Metamorphose der normalen Haare entstanden. Letztere sind zusammengesetzt, sternförmige Haarbüschel bildend, die Haare cylindrisch, zugespitzt, gebogen, farblos. Diese verwandeln sich sämmtlich, oder nur zum Theil in Erineum-Haare: sehr breit bandartige, stark gebogene oder gekräuselte, braune Organe.

Auf Fagus.

4. Fagus. An den Rothbuchen kennt man ein Erineum fagineum *Pers.*, welches auf der Unterseite der Blätter nicht vertiefte, anfangs weißliche, später bräunliche, krümelige Rasen von kugelrunden, kreisel- oder keulenförmigen, in einen kurzen Stiel verschmälerten Haaren bildet, und ein Erineum nervisequum *Kze.*, welches davon nicht verschieden ist, aber an der Oberseite der Blätter in blaßrothen, den Blattnerven folgenden Streifen auftritt.

---

[1]) Sulla Phytoptosi della Vite. Referirt in Just, bot. Jahresbericht für 1876, pag. 1234.

[2]) Exantheme, pag. 375.

5. **Pyrus.** An den Blättern und Blattstielen des Apfelbaumes kommt Erineum pyrinum *Pers.* vor, welches auf der Unterseite, bisweilen das ganze Blatt überziehend, seltener auf der Oberseite, nicht vertiefte, anfangs weißliche, dann braune Filzrasen bildet, die aus geschlängelten, fadenförmigen, stumpfen Haaren bestehen. Auch auf Birnbäumen und anderen Arten von Pyrus sollen diese oder andere Erineen vorkommen. Auf Pyrus.

6. **Sorbus.** Das Erineum sorbeum *Kze. et Schm.* auf beiden Seiten der Blätter und an den Blattstielen von Sorbus Aucuparia bildet einen anfangs blaßen, später röthlichen Filz, der mitunter die Blätter ganz bedeckt und aus stark gebogenen und verwickelten, fadenförmigen Haaren besteht. Im Tieflande wie im Gebirge, in den Alpen bis an die Baumgrenze. Auf Sorbus.

7. **Crataegus.** Auf den Blättern von Crataegus Oxyacantha und monogyna kennt man ein Erineum Oxyacanthae *Pers.*, welches röthliche, später hellbraune, streifenförmige oder ausgebreitete, oft vom Blattrand bedeckte, krümelige Häufchen bildet, deren Haare kurz, ei- oder fast keulenförmig sind. Auf Crataegus.

8. **Rubus.** An verschiedenen Arten der Gattung findet sich auf den jüngeren Blättern und Zweigen oft eine sammetartige Verdichtung der Behaarung, aus langen, fadenförmigen und zugespitzten Haaren bestehend. Ob sie von Phytoptus herrührt, habe ich nicht entscheiden können. Auf Rubus.

9. **Prunus.** Auf der Unterseite der Blätter von Prunus Padus bildet das Erineum Padi *Duval* (Fig. 123 B) anfangs hellgelbe, dann pomeranzengelbe bis braune, krümelige, nicht vertiefte Rasen. Die Haare sind keulenförmige Körper mit gelapptem Kopf, dessen Auftreibungen zwischen die der benachbarten eingreifen. Auch auf Prunus domestica, P. spinosa und Amygdalus persica hat man Erineen gefunden. Auf Prunus und Amygdalus.

10. **Acer.** Die Ahornblätter zeigen verschiedene, jedoch vielleicht nicht streng zu sondernde Erineenformen auf flachen Stellen an ihrer Unterseite, wobei die correspondirende Stelle an der Oberseite sich bräunlich färbt. Sie sind von filziger bis krümeliger Beschaffenheit und von anfangs blasser, später brauner, auch wol röthlicher Farbe. Als Erineum acerinum *Fr.* kennt man eine Form mit fast cylindrischen, gebogenen Haaren auf Acer Pseudoplatanus und platanoides, als Erineum Pseudoplatani eine solche mit mehr cylindrisch-keulenförmigen, etwas gebogenen Haaren auf Acer Pseudoplatanus, als Erineum platanoideum *Fr.* eine solche mit ganz kurz gestielten, kopf-, keulen- oder fast becherförmigen Haaren auf Acer platanoides, sowie eine mit ebenfalls kurzen, fast trichterförmigen Haaren in purpurfarbigen Häufchen auf Acer platanoides und campestre. Auf Acer.

11. **Vitis.** Am Weinstock bildet die Filzkrankheit auf der Unterseite der Blätter anfangs blasse, später röthliche oder braune Filze. Die Blattstellen sind entweder flach oder vertieft, im letzteren Falle an der Oberseite stark buckel- oder blasenförmig aufgetrieben, wodurch das Blatt bedeutend deformirt werden kann. Der Filz besteht aus cylindrischen, stark gebogenen und verwickelten Haaren. Auf Vitis.

12. **Alnus.** Es giebt hier drei wohl unterschiedene Formen: Auf Alnus glutinosa das Erineum alneum *Pers.*, welches an der Blattunterseite anfangs gelbliche, später rothbraune, krümelige Ueberzüge bildet und dessen Haare dünn gestielt und kopfförmig sind, mit stark höckerigen oder lappigen Köpfen, deren Lappen gegenseitig zwischen einander gewachsen sind. Auf Alnus incana ist in den Alpenländern verbreitet das Erineum alnigenum *Kze.*, welches Auf Alnus.

auf der Blattunterseite rundliche, anfangs weißliche, später rostbraune, nicht vertiefte Filze bildet, die aus unregelmäßig gebogenen und durch einander gefilzten, cylindrischen oder nur schwach keulenförmigen Haaren bestehen. Endlich auf Alnus viridis in der alpinen Region an der Oberseite der Blätter ein schön rosenrothes Erineum, welches dem Erineum roseum äußerst ähnlich sein soll.

Auf Betula.

13. Betula. Auf den Blattern von Betula alba und pubescens bildet das Erineum roseum *Schultz* (Fig. 123 C) an der oberen Blattseite schön rosenrothe, krümelige Häufchen, welche aus kurzgestielten, kopfförmigen Haaren bestehen, deren Köpfe unregelmäßig kugelig, meist eingedrückt und an einander gepreßt sind. Auf den Blättern von Betula pubescens kommt das Erineum purpureum *DC.* unterseits vor. Es sitzt auf vertieften, an der Oberseite buckelig aufgetriebenen Stellen, die häufig in den Nervenwinkeln stehen, und bildet einen purpurrothen oder mehr bräunlichen Filz aus cylindrischen, vielfach durcheinander gefilzten Haaren. Als Erineum betulinum *Schum.* hat man einen auf der Blattunterseite von Betula alba vorkommenden, anfangs weißlichen, später rostbraunen, krümeligen Ueberzug bezeichnet, der dem Erineum alneum ähnlich zu sein scheint.

Auf Populus.

4. Populus. Das Erineum populinum (Fig. 123 E) bildet sowol auf der Oberseite wie auf der Unterseite der Blätter der Zitterpappel runde, vertiefte, auf der anderen Seite buckelförmig aufgetriebene Stellen, in denen ein anfangs gelbliches oder grünliches, später braunes, krümeliges Häufchen eigenthümlicher Gebilde steht. Letztere sind vielzellige Körper, die daher nicht eigentliche Haare, sondern morphologisch als Emergenzen zu bezeichnen sind; sie entstehen anscheinend durch Wucherung der angrenzenden Mesophyllschichten, wobei die Epidermis sich über die Wucherungen fortsetzt. Das Gewebe ist ein sehr kleinzelliges Parenchym, von welchem die relativ großzellige, stellenweise papillöse Epidermis sich unterscheidet. Die Gestalt der Körper ist sehr unregelmäßig: ein dicker, kurzer, vielzelliger Stiel setzt sich fort in einen dicken, buckeligen oder gelappten, zertheilten oder schief gekrümmten Kopf von derselben zelligen Structur.

Auf verschiedenen Kräutern.

15. Auf Kräutern giebt es einige echte Erineen d. h. solche, die ohne sonstige Deformation, höchstens unter schwacher Ausstülpung des Blattes, auftreten, und zwar auf den Blättern von Geum urbanum[1]), Salvia pratensis und sylvestris[2]), Geranium palustre[3]), Veronica Chemaedrys[4]), und Potentilla verna und caulescens.[5]) Sie bilden an der Unterseite, zum Theil auch an der Oberseite stehende, meist weiße oder rostfarbene Filze.

II. Beutelgallen, Taschengallen, Balggeschwülste oder Sackgeschwülste.[6])

Natur der Beutelgallen.

Bei mehreren Gallmilben sehen wir, daß die von ihnen inficirte Stelle des Blattes sich vertieft und ausstülpt, so daß die Ausstülpung

[1]) Vergl. Schlechtendal, Denkschr. d. Regensburger bot. Gesellsch. III. pag. 8.
[2]) Vergl. Thomas, l. c. 1877, pag. 358.
[3]) l. c. 1869, pag. 338.
[4]) l. c. 1877, pag. 355.
[5]) l. c. 1877, pag. 357.
[6]) Thomas bedient sich in seinen Arbeiten für diese Gallen auch des Ausdruckes Cephaloneon, der diesen Gallen im Herbarium A. Braun's von dem Entomologen Bremi gegeben, aber nirgends publicirt worden ist.

auf der entgegengesetzten Seite in Form eines Auswuchses hervortritt. Dabei kann zugleich eine ebensolche vermehrte Haarbildung auf der Innenseite der Ausstülpung auftreten, wie im vorigen Falle. Es ist oben schon erwähnt worden, daß bisweilen die mit Erineum besetzten Stellen sich vertiefen. Eine scharfe Grenze zwischen dieser und der vorigen Gallenbildung besteht daher nicht. Aber in den meisten Fällen nimmt hier der ausgestülpte Theil der Blattmasse, der meist nur ein sehr kleiner Punkt ist, eine beträchtlichere Größe und eigenthümliche Form an, so daß er wie eine scharf abgegrenzte, oft lebhaft gefärbte Galle erscheint, die auf der Blattfläche mit verhältnißmäßig kleiner Basis inserirt ist. Auf der gegenüberliegenden Blattseite hat daher jede solche Galle einen sehr engen Eingang, der meist noch durch Haarbildung verschlossen ist und in den Hohlraum der Galle führt (Fig. 124), welcher von den Milben bewohnt ist. Häufiger ist es die Unterseite, selten die Oberseite des Blattes, auf welcher die Infection durch die Milben erfolgt und an welcher daher der Galleneingang liegt, so daß die Beutelgallen meist auf der oberen Blattseite zu sehen sind.

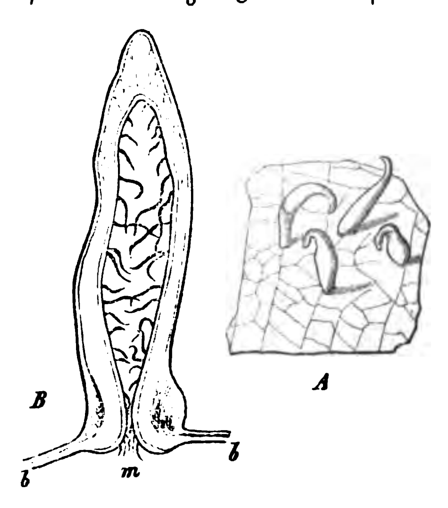


Fig. 124.

Beutelgallen eines Phytoptus auf den Lindenblättern. A ein Stück Blatt mit vier Gallen, schwach vergrößert. B eine Galle der Länge nach durchschnitten, bb Durchschnitt der Blattfläche, m behaarter Eingang an der Unterseite des Blattes in die dickwandige, innen ebenfalls behaarte Galle. Stärker vergrößert.

Entstehung, Wachsthum und Bau.

Schon Dugès (l. c.) hat die Entstehung der Beutelgallen der Linden richtig erkannt als eine kleine Erhebung auf der Oberseite der Blätter, der ein Grübchen auf der Unterseite entspricht. Thomas[1]) hat dies durch genauere Verfolgung der Entwickelung der Beutelgallen von Prunus Padus und Prunus domestica bestätigt. Dasselbe Resultat lieferte mir die Untersuchung derjenigen von Prunus Padus, Tilia und Acer campestre. Den Thomas'schen Angaben füge ich hier noch das Wissenswerthe über das Wachsthum und den Bau dieser Gallen hinzu. Dieselben entstehen an den jungen Blättern, sobald dieselben die Knospe verlassen haben. Der erste Anfang ist eine schwache Vertiefung der Blattmasse an der Unterseite in Form kleiner Punkte,

[1]) l. c. 1872, pag. 195—202.

die meist auch dadurch auffallen, daß das Gewebe etwas durchscheinender wird, indem die luftführenden Intercellulargänge des Mesophylls hier enger sind oder verschwinden, sowie dadurch daß die Farbe bisweilen mehr ins Gelbliche spielt oder roth wird, in Folge der Röthung der Zellsäfte der Epidermis der Oberseite und der angrenzenden Mesophyllzellen. Eine solche Stelle nimmt oft nur eins der kleinen Areale ein, welche von den Maschen der letzten Nervenverzweigungen eingefaßt werden, oder erstreckt sich wol auch über einige solche nebeneinanderliegende Maschen; im ersteren Falle befindet sich nur Mesophyll, im letzteren auch schon einige Gefäßbündel in der vertieften Stelle. Auf der Epidermis finden wir hier alle normalen Organe, nämlich Spaltöffnungen und die meist vielzelligen, knöpfchenförmigen Haare, da diese Organe schon vor dem Beginn der Gallenbildung angelegt sind. Aber schon in diesem ersten Stadium beginnen am Rande der vertieften Stelle einzelne Epidermiszellen papillenartig auszuwachsen. Die Papillen verlängern sich rasch zu Erineumartigen, fadenförmigen Haaren; diese richten sich schon frühzeitig, zunächst durch ihre verticale Stellung zu ihrer schiefen Ursprungsfläche veranlaßt, über die Gallenfläche hin, so daß sie alle gegen das Centrum des Eingangs der Gallenhöhlung hin convergiren und die zunächst flache Vertiefung zeitig ausfüllen. Die Ausstülpung der Blattfläche hat ihren Grund in einem hier local gesteigerten Flächenwachsthum der Blattmasse. Da die umgebenden Partien die stärkere Ausdehnung in der Richtung der ebenen Fläche nicht gestatten, so muß die Blattmasse eine Wölbung annehmen. Daß dabei sich die Concavität stets an der von den Milben inficirten unteren Seite bildet, erklärt sich genügend aus dem Umstande, daß die Epidermis dieser Seite zuerst die stärkere Flächenausdehnung erleidet und mithin, weil sie mit dem darunterliegenden Gewebe verwachsen ist, sich in dasselbe eindrücken muß, da sie sich nicht von demselben abheben und nach außen stülpen kann. Die Theilung der Epidermiszellen, die zu diesem Wachsthum führt, läßt sich auch an diesen Stellen erkennen, und Thomas hat darauf aufmerksam gemacht, daß dieselben bisweilen gegen die Tiefe der Einsenkung hin, in welcher noch keine Haare sich befinden, gereiht stehen, was die in dieser Richtung vor sich gegangenen Theilung derselben anzeigt. Das sind die einzigen wirklichen Thatsachen, die wir über die erste Entstehung der Beutelgallen kennen. Die sogenannten Theorien dieser Gallenbildung, wonach die von den Milben einseitig angesogenen, strotzenden Zellen nach dem Principe des Segner'schen Wasserrades durch die Rückwirkung des einseitig verminderten Druckes nach der entgegengesetzten Seite hin zurückweichen u. s. w., sind vorläufig nichts als Speculationen, die nicht einmal den factischen Thatsachen gerecht werden, denn eine Ausstülpung des Blattes, wie sie hier vorliegt, kann niemals durch ein Auswachsen der Epidermiszellen nach hinten zu Stande kommen, sondern durch Theilung und Wachsthum der Zellen in der Richtung der Blattfläche, d. h. rechtwinkelig zu derjenigen Richtung, in welcher die Milben saugen. Nach ihrer Anlegung wächst die Beutelgalle eine Zeit lang, wodurch sie ihre definitive Größe und Gestalt erhält. Bei diesem Wachsthum haben wir zu unterscheiden a) Scheitelwachsthum, b) intercalares Wachsthum, c) Dickenwachsthum der ausgestülpten Blattfläche oder der Gallenwand. Wie die erste Entstehung der Galle darauf beruht, daß an einem Punkte verstärktes Flächenwachsthum herrscht, welches rings um diesen Punkt rasch abnimmt, so erhält sich auch weiterhin im Scheitel des Beutels ein Region stärksten Wachsthums, durch welches die allmähliche Erweiterung und das

Höherwerden desselben vorwiegend mit bewirkt wird. Auf diese Wachsthumsweise läßt sich schließen, erstens deshalb weil im Scheiteltheile der Gallen das Gewebe aus kleineren, in lebhafter Theilung begriffenen Zellen besteht und erst mit dem Abschlusse des Wachsthums auch diese Zellen die Größe derjenigen der unteren Theile annehmen, und zweitens wegen des Verhaltens der Behaarung auf der Innenwand der Beutel. Bei **Prunus Padus** (Fig. 125) zeigt die junge, erst 1/2 Mm. lange Beutelgalle auf ihrer ganzen Innenwand bis an den Scheitel Haare, die nach dem Eingang hin gerichtet sind. Die erwachsene 3 Mm. lange Galle dagegen ist innerlich nur etwa in ihrem unteren, 1/2 Mm. langen Theile behaart, der übrige kahle Theil muß also einem späteren Wachsthum seine Entstehung verdanken. Die Gallen der Linde zeigen sich während der Entwickelung nur im unteren Theil behaart, weiter nach oben stehen immer jugendlichere Haare, zuletzt nur papillenartige Anfänge, und die ganze obere Hälfte ist kahl. Mit der Verlängerung der Galle schreitet auch die Haarbildung acropetal weiter, und wenn endlich der Scheiteltheil den ausgebildeten Zustand seines Gewebes erlangt hat, erscheinen auch in ihm die Haare. Offenbar erhält die Galle hauptsächlich durch den Gang dieses Scheitelwachsthumes und durch das Verhältniß desselben zum intercalaren Wachsthum ihre eigenthümliche Gestalt: sie wird zu einem langen, spitzen Beutel, wenn das Scheitelwachsthum lange gleichmäßig fortdauert (Tilia), zu einem gelappten oder korallenartigen Auswuchse, wenn sich neue secundäre Vegetationspunkte mit gefördertem Wachsthume bilden (manche Gallen auf Acer), zu einem mehr gleichmäßig gerundeten Sack, wenn das Scheitelwachsthum das übrige intercalare Wachsthum nicht übertrifft (die gewöhnliche Form auf Acer). Zur Vergrößerung der Galle trägt immer auch ein intercalares Wachsthum bei, welches unabhängig von demjenigen des Scheitels in den übrigen Theilen der Wand fortdauert. Dies sehen wir daraus, daß die Größe der Zellen in diesen Theilen, so lange die Galle noch nicht erwachsen ist, auch noch nicht ihr Maximum erreicht hat. Besonders dienen zu diesem Vergleich die elliptischen Epidermiszellen der Innenwand der Gallen von **Prunus Padus**. In der unteren Hälfte einer erst 1/2 Mm. langen Galle sind diese Zellen 0,022 Mm., in einer 3 Mm. langen Galle ungefähr 0,06 Mm. lang. Durch das intercalare Wachsthum wird außer der Länge auch der Umfang der Gallen vergrößert, besonders bei den sackförmig erweiterten. Daran nimmt meist die Basis der Galle nicht Theil; dieselbe bleibt stielartig eingeschnürt. Endlich findet auch ein Dickewachsthum der Gallenwände statt: die Zellenschichten, aus denen die Blatt-

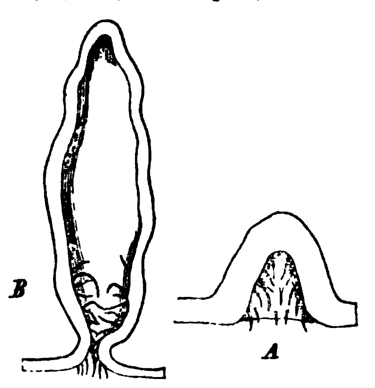


Fig. 125.

Beutelgallen eines Phytoptus auf den Blättern von Prunus Padus im Längsdurchschnitt. A junges Stadium als Ausstülpung der Blattfläche nach oben, das Innere mit Haaren bekleidet. 60fach vergrößert. B erwachsener Zustand; in Folge des Scheitelwachsthums ist der mit Haaren ausgekleidete Theil zum Untertheil geworden. 20fach vergrößert.

fläche anfangs bestand, werden vermehrt; die Gallenwand wird dicker als die normale Blattfläche ist, und zwar nur unbedeutend z. B. bei Prunus Padus, um das Zwei- bis Dreifache bei Tilia, um das Mehrfache bei den knötchenförmigen Gallen von Salix, die dadurch zu parenchymatischen Körpern mit ganz engem Innenraume verdickt werden. Die Verdickung kommt auf Rechnung des Mesophylls. Sie beginnt stets schon unmittelbar nach der ersten Anlage der Galle, so daß die nur schwach vertiefte Stelle der Blattfläche schon ansehnlich sich verdickt, ehe noch das eigentliche Scheitel- und intercalare Wachsthum ihren Anfang genommen haben. Die Wand der Galle nimmt auch einen von der normalen Blattfläche verschiedenen anatomischen Bau an. Das Gewebe besteht aus einem ziemlich gleichförmigen, chlorophyllarmen, meist mit gerötheten Zellsäften versehenen Parenchym mit mäßig dicken Zellmembranen und engen Intercellulargängen, ist daher von fester, fleischiger, bis knorpeliger Beschaffenheit. Bei Tilia kommen die dem Parenchym dieser Pflanze eigenen Gummizellen auch in diesem Gewebe vor. Die Epidermis der Innenwand besteht aus in der Längsrichtung der Galle gestreckten Zellen und hat keine Spaltöffnungen[1]), obgleich sie der Unterseite des Blattes entspricht und aus ihr entstanden ist. Haare bilden sich entweder nur im unteren Theile nahe der Mündung oder auf der ganzen Innenwand; die Galle ist dann mit fadenförmigen Haaren erfüllt (Tilia). In dem Parenchym der Gallenwand entstehen auch Fibrovasalstränge, welche mit denen der benachbarten Blattfläche im Zusammenhang sind.

Beutelgallen ohne und mit Mündungswall.

Es müssen zwei Arten von beutelförmigen Acarocecidien unterschieden werden. a) Beutelgallen ohne Mündungswall, wozu die Mehrzahl gehört. Der Eingang zur Galle entspricht dem Rande der anfänglichen Ausstülpung und liegt in der Ebene der Blattunterseite. Der Galleneingang ist stets ringsum mit sehr dichtstehenden, ziemlich steifen, fadenförmigen, nach dem Ende hin zugespitzten Haaren bekleidet, welche alle nach außen gerichtet sind und etwas hervorragen, wodurch derselbe verstopft, und wahrscheinlich dem Wasser und fremden unberufenen Gästen der Eintritt erschwert wird. b) Beutelgallen mit Mündungswall. Von den Rändern des Galleneinganges aus wächst die Blattmasse über diesen wie eine Ueberwallung empor, indem das gesammte Mesophyll hier in eine üppige Gewebewucherung übergeht, die sich gleichsam wie ein neues Stück Blattfläche hier ansetzt. Es sieht also aus, als wäre die Blattfläche hier verdoppelt; der eine Theil ist die geschlossene Ausstülpung, der andere ist der Mündungswall. Die Galle springt also an beiden Blattseiten vor. Der Mündungswall ist in der Mitte durch den Eingang zur Galle unterbrochen, und dieser zeigt den gewöhnlichen Haarbesatz. Bei der Entstehung dieser Gallen bildet sich der Mündungswall zuerst, und darnach erhebt sich die Ausstülpung der Blattfläche. Bei den hierher gehörigen Gallen der Weidenblätter (Fig. 126 A) bildet sogar der Mündungswall den größten Theil der Gallenwand, die daher auf der Unterseite des Blattes steht, während die Ausbuchtung an der oberen Blattseite nur einen schwachen Höcker darstellt. Der Innenraum dieser sehr dickwandigen Galle ist nur ein enger, bisweilen etwas verzweigter Gang zwischen den Parenchymmassen; es werden die von den Milben besetzten Stellen durch die Wucherung des Gewebes gleichsam überwallt. Eine andere Abweichung zeigen die mit Mündungswall versehenen

---

[1]) Vergl. auch die übereinstimmende Angabe von Thomas, Bot. Zeitg. 1872, pag. 288.

Beutelgallen von Prunus spinosa (Fig. 126 B). Bei diesen liegt der loch- oder spaltenförmige Eingang an der Oberseite des Blattes und ist hier von einer Ueberwallung gebildet; die buckelförmige Ausstülpung liegt auf der

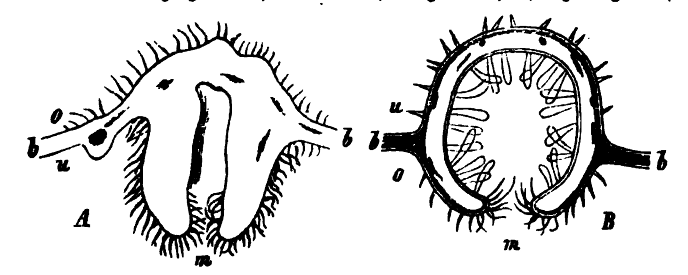


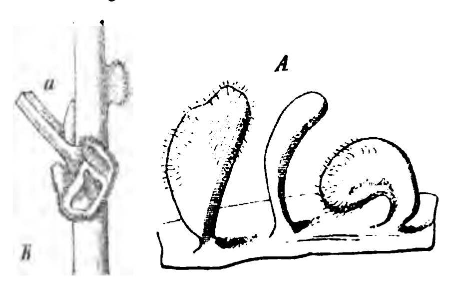
Fig. 126.
Beutelgallen mit Mündungswall, von Phytoptus verursacht, im Durchschnitte; A vom Blatte von Salix Caprea, B von demjenigen der Prunus spinosa, bb normaler Theil der Blattfläche, o Ober-, u Unterseite des Blattes, m Galleneingang.

Unterseite des Blattes. Die Wand dieser Galle, Ausstülpung und Mündungswall, ist fast dreimal dicker als die normale Blattfläche und von fast knorpelartiger Festigkeit. Aus der Blattfläche setzen sich Parenchym und Gefäßbündel sowol in die Ausstülpung als auch in den Mündungswall fort. Von dem Parenchym ist nur eine dünne Schicht unter der Epidermis der äußeren Oberfläche der Gallenwände durch Chlorophyll grün gefärbt, der übrige Theil fast chlorophylllos; die ganze Epidermis der Innenseite ist mit sehr großen, keulenförmigen, dünnwandigen Haaren besetzt, während die Außenfläche der ganzen Galle kurze, kegelförmige, dickwandige Haare hat, die an der Mündung etwas länger und zahlreicher sind und hier den gewöhnlichen Mündungsbesatz bilden. Alles dieses bezieht sich gleichmäßig auf die Ausstülpung und den Mündungswall; der Bau dieser Theile ist also gleichsinnig in Bezug auf die Galle orientirt, unabhängig von dem morphologischen Character hinsichtlich ihrer Abstammung von der Blattfläche.

Dimorphismus der Beutelgallen.

Ein eigenthümlicher Dimorphismus der Phytoptus-Gallen ist noch zu erwähnen, den ich an Prunus Padus beobachtete. An Sprossen, deren Blätter mit Beutelgallen ganz überladen waren, hatte sich die Infection stellenweise auch bis auf die Blattstiele und Zweige erstreckt. Diese Theile, die einer Taschenbildung wie die Blattflächen nicht fähig sind, zeigten kleine näpfchenförmige Auswüchse mit filzig behaartem, wallartigem Rande (Fig. 127), daher kleinen Peziza-Bechern nicht unähnlich. Die Milben befanden sich auf dem Grunde der Vertiefung. Dies ist also ganz derselbe Dimorphismus wie bei den Gallen der Reblaus an den Blättern und an den Zweigen (s. unten). Die Rinde von Prunus Padus besteht auswendig aus einer Schicht von Collenchym und aus der grünen Außenrinde. Die Galle entsteht durch Hypertrophie dieser beiden Gewebe, indem theils Erweiterung, theils Vermehrung der Zellen stattfindet, wobei das Collenchym dünnwandiger, die Außenrinde chlorophyllärmer wird. Die Wallbildung beruht hauptsächlich auf einem stärkeren tangentialen Wachsthum des Collenchyms und der Epidermis, wodurch diese Gewebe wie eine dicke Falte sich erheben und die grüne Außenrinde mit nach außen zerren, wobei diese stellenweise zerrissen wird und große

Höhlungen bildet. Die Rinde der Außenseite des Kraters ähnelt mehr dem dickwandigen Collenchym, die der Innenseite hat weitere und relativ dünnwandige Zellen. Gefäßbündel treten in die Gallen nicht ein. Die an den älteren Zweigen sitzenden mehrjährigen Gallen erhärten mit der äußeren Rinde, indem die Korkbildung des Zweiges sich auch in sie fortsetzt.



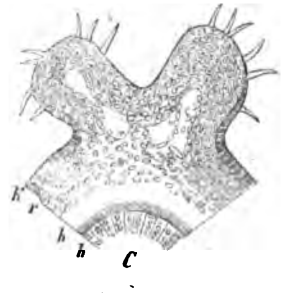


Fig. 127.

Dimorphismus der Gallen eines auf Prunus Padus lebenden Phytoptus. A die gewöhnlichen Beutelgallen desselben auf den Blättern. B Gallen an einem Zweige, dessen Blätter reichlich Beutelgallen tragen. a Blattstiel mit der Achselknospe. C Durchschnitt durch eine Zweiggalle, zeigt ihre Entstehung als Hypertrophie der Rinde. k Korkschicht, r Außenrinde, b Bast, h Holz. Wenig vergrößert.

Bedeutung für die Pflanze.

Für die Nährpflanze sind die Beutelgallen in ähnlicher Weise schädlich, wie das Erineum. Der Nachtheil ist bei spärlichem Auftreten ein geringer. Da aber der ganze Sproß das Invasionsgebiet ist, so erscheinen die Gallen gewöhnlich auf vielen Blättern eines Sprosses und mitunter in solcher Menge, daß die Blätter ganz verkrüppeln und die Laubbeschädigung mehr ins Gewicht fällt.

Lebensweise und Bekämpfung dieser Milben.

Bezüglich des Winteraufenthaltes und Verhaltens der Thiere bei der Gallbildung ist auf das oben (pag. 671 ff.) allgemein von Phytoptus Gesagte zu verweisen. Die Bekämpfungsmaßregeln sind darnach auch die gleichen, die bei Erineum (pag. 677) erörtert wurden.

Vorkommen.

Die häufigsten einheimischen Phytoptus-Beutelgallen sind folgende:

Auf Linde.

1. Auf der Linde sind am häufigsten die langkegelförmigen, oben und unten verdünnten, oft etwas gekrümmten, bis 5 Mm. langen, wenig über 1 Mm. breiten, meist schön roth gefärbten und kahlen sogen. Nagelgallen (Fig. 124). Auf Linden kommen auch knotenähnliche, dichtfilzige 2—3 Mm. große, in den Nervenwinkeln der Mittelrippe stehende, blasenförmige Auftreibungen vor, deren Concavität an der Blattunterseite liegt und mit Haarfilz erfüllt ist.[1])

Auf Prunus Padus.

2. Prunus Padus hat auf der Oberseite der Blätter stehende kegel- bis keulen- oder sackförmige, bis 3 Mm. große, blasse oder röthliche, mehr oder weniger filzige Beutelgallen (Fig. 125 und 127). Sie sind nach Thomas'[2])

---

[1]) Vergl. Thomas, Hallische Zeitschrift für die gesammt. Naturw. 1869. pag. 336.

[2]) l. c. 1872, pag. 194.

Notizen aus der Schweiz, Baden, Rheinprovinz, Thüringen, Böhmen, Lausitz, Brandenburg, von Rügen, von Upsala und London bekannt. Ich fand sie von Leipzig bis ins höhere Erzgebirge, und, was ihren nordischen Character bestätigt, sogar noch am kleinen Teiche im Riesengebirge auf einem dort wachsenden Strauche in Menge (hier sowie bei Leipzig auch mit den Zweiggallen pag. 686).

3. Auf Acer campestre kommen kleine, meist in sehr großer Anzahl auf der Oberseite der Blätter stehende und diese oft ganz überziehende, grünliche oder purpurrothe, meist etwas behaarte, sackförmige Ausstülpungen vor, deren Eingang an der Unterseite als ein heller Haarbüschel erscheint. Die Gallen, meist einem runden Körnchen ähnlich, von $^1/_2$ bis 3 Mm. Größe, zeigen sich in der Form sehr mannigfaltig, nicht selten mehrere sackförmige Auftreibungen bildend, daher gekröse- oder korallenartig, oft auch in Folge äußerst dichter Stellung an der Basis mehr oder weniger verwachsen. Eine sehr ähnliche, etwas größere Galle kommt auf Acer Pseudoplatanus vor. — Auf Acer.

4. Auf Rubus saxatilis fand Thomas[1]) sehr zahlreiche 1 Mm. große, warzenförmige, hellgrüne Beutelgallen mit stark behaartem Eingange an der Blattunterseite. — Auf Rubus.

5. Alnus glutinosa, incana und viridis scheinen gleichmäßig zwei verschiedene Beutelgallen zu haben: eine ausschließlich in den Nervenwinkeln der Mittelrippe sitzende, 2—7 Mm. lange, länglichrunde, kahle Ausstülpung an der Blattoberseite, die inwendig mit weichen Haaren erfüllt und an der Mündung mit steifen, spitzen Haaren versehen ist, und eine auf der Blattfläche zerstreut stehende, röthliche, kahle Hohlkugel von 1 bis über 2 Mm. Durchmesser, deren Eingang an der Unterseite einen hellen, erhabenen, etwas krausen, kahlen Wall bildet. — Auf Alnus.

6. Auf Ulmus campestris kommen 1—2 Mm. große, hellgrüne, behaarte, warzenförmige Beutelgallen vor, die an der Unterseite einen knöpfchenförmigen, von einer engen Spalte oder einem Kanal durchsetzten Mündungswall haben. — Auf Ulmus.

7. Auf Salix Caprea und cinerea die oben beschriebenen, 1 Mm. großen, röthlichen, filzig behaarten, knötchenförmigen Gallen (Fig. 126 A). Ich fand sie in der Gegend von Leipzig. Vielleicht ist damit auch die von Löw[2]) an Salix incana und die von Thomas[3]) kurz beschriebene Galle auf Salix repens identisch. Verschieden dürfte aber die von Salix fragilis[4]) und die nicht näher beschriebenen von alpinen Weiden[5]) sein. — Auf Salix.

8. Von Fraxinus excelsior beschreibt Löw (l. c.) eine knötchenförmige, in eine kurze Spitze auslaufende, kahle Galle, deren Eingang ein zackiger, zuletzt weit klaffender Spalt ist. — Auf Fraxinus.

9. Prunus spinosa und nach Thomas' Beschreibung[6]) auch Prunus domestica haben die oben erwähnten Beutelgallen mit oberseits, selten unterseits gelegenem spaltenförmigem Mündungswalle (Fig. 126 B). Die meisten Gallen stehen am Blattrande, der dadurch eigenthümlich gekräuselt wird. Nach Thomas ist sie von der Ostsee bis Graubünden verbreitet. Auf Prunus domestica — Auf Prunus.

[1]) l. c. 1872, pag. 461.
[2]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. in Wien 1875.
[3]) l. c. 1877, pag 374.
[4]) Thomas, l. c. 1869, pag. 332.
[5]) l. c. 1877, pag. 373.
[6]) l. c. 1869, pag. 331 und 1872, pag. 199.

kommt auch eine keulenförmige, rothe, 1—2 Mm. hohe Beutelgalle mit behaartem Eingang an der Unterseite vor.[1]) Amerling[2]) hat diese Gallen als eine flache, wulstige Einsackung auf jungen und selbst auf reifen, blauen Pflaumen beobachtet.

III. Rollen und Falten der Blätter.

Natur dieser Gallen.

Auf vielen Pflanzen kommen Gallmilben vor, deren Wirkung darin besteht, daß die bewohnte Stelle der Blattfläche sich in eine Falte oder Rolle legt, in deren Cavität die Milben leben. Wir stellen hierher nur diejenigen Fälle, wo das Blatt, eben gelegt gedacht, keine wesentliche Formveränderung zeigt. Indessen läßt sich keine scharfe Grenze gegen die im folgenden Absatze behandelten Gallen ziehen, bei denen die Form des Blattes verändert ist. Auch sind diese Cecidien oft von verstärkter Haarbildung begleitet und haben daher auch mit den Erineen Verwandtschaft.

A. Ohne Verdickung der Blattmasse. Hier findet nichts weiter statt als diejenige Ungleichheit der Flächenausdehnung des Blattes, welche die Bildung einer Rolle oder Falte zur Folge hat, wobei die im Wachsthum relativ geförderte Seite die außen liegende convexe ist. Sehr häufig benutzen die Parasiten die in der Knospenlage des Blattes gegebenen Falten oder Rollen, die dann bei der Entfaltung des Blattes an diesen Stellen nicht ausgeglichen werden. Oder es tritt erst an dem sich entfaltenden Blatte eine Randrollung ein, welche in keiner Beziehung zur Knospenlage steht. Hierher gehören:

Auf Carpinus.

1. Bei Carpinus Betulus Blattfalten, die aus der Knospenlage stammen und stationär bleiben, also von der Mittelrippe gegen den Blattrand laufen, auf ihrer Höhe den Seitennerv haben und in der an der Oberseite liegenden Cavität die Milben beherbergen. Die Falten sind oft zierlich wellenförmig gewunden. Das Blatt erscheint daher zusammengezogen und eigenthümlich gekräuselt. Ich fand diese Gallen mehrfach in den Wäldern um Leipzig.

Auf Galium.

2. Verschiedene Galium-Arten zeigen Einrollung der Blattränder (Fig. 128), wobei fast immer die Oberseite die Concavität bildet. Die schmalen Blätter rollen sich von beiden Seiten her vollständig ein, so daß das Blatt wurmförmig wird und dabei bisweilen gebogen, geschlängelt oder lockenförmig gekrümmt ist. Die Rollung kann sich auch nur auf eine Blatthälfte beschränken, so daß sie mehr dütenförmig erscheint; oder sie geht nicht bis zur Mittelrippe, das Blatt wird unregelmäßig löffelförmig gekrümmt; oder die Veränderung beschränkt sich mehr auf den Spitzentheil, der dann kielförmig zusammen gelegt und oft schnabelartig aufwärts gekrümmt ist. In einem und demselben Quirle können kranke und gesunde Blätter vorhanden sein, meistens sind sämmtliche afficirt, und nach oben nimmt die Veränderung zu, so daß der ganze Trieb gewöhnlich keine Blüten ansetzt und ein fremdartiges Aussehen bekommt. Die erste Veränderung finde ich in den Triebspitzen von Galium Aparine schon in dem Augenblicke, wo die Blätter aus der Knospe treten. Bemerkenswerth ist die schon von Thomas[3])

---

[1]) Vergl. Thomas, l. c. 1869, pag. 330.

[2]) Lotos, Prag 1869, pag. 109.

[3]) l. c. 1869, pag. 345.

angegebene stärkere Ausdehnung der Epidermis an der unteren Blattseite, wodurch sie blasig aufgetrieben und vom Mesophyll abgehoben wird. An der eingerollten Oberseite entstehen bei Galium Aparine die Haare in vermehrter Anzahl und haben erheblich dünnere Membran, geschlängelte Form, größere Länge und nicht die hakige Spitze der normalen. Das Mesophyll zeigt keine Veränderung: es besteht wie im normalen Blatte aus einer Schicht Pallisadenzellen an der Oberseite und 2 bis 3 Schichten rundzelligen Gewebes an der Unterseite. Thomas (l. c.) behauptet sogar, daß bei Galium Mollugo das Mesophyll der gerollten Theile dünner ist und daß dabei auch das characteristische Aussehen des Pallisadengewebes verloren geht. Die Milbe lebt in der Cavität der Rollen. Diese Galle ist beobachtet worden an Galium Mollugo, saxatile, sylvaticum, silvestre, verum, Aparine, parisiense, tricorne, und scheint über ganz Europa und bis in hohe Gebirgsregionen verbreitet zu sein; um Leipzig ist sie eine der gemeinsten.

Auf Stellaria.

3. Eine ähnliche Deformation fand Thomas[1]) an Stellaria glauca, ebenfalls mit Unterbleiben der Blütenbildung oder beginnender Vergrünung der Blüten.

Auf Convolvulus.

4. Bei Convolvulus arvensis sah Löw (l. c.) eine aufwärts gerichtete hülsenförmige Faltung der Blätter längs der Mittelrippe, mit einer schraubigen Drehung des Blattes.

Fig. 128. **Blattrollung,** durch Phytoptus verursacht, an den oberen Blättern von Galium Mollugo. Nach Thomas.

Auf Geranium.

5. Geranium sanguineum wickelt nach Thomas[2]) seine Blattzipfel zu spindel- oder wurmförmigen Rollen zusammen, wobei die morphologische Oberseite auswendig bleibt. Die Rolle ist mit dichter Haarbildung ausgefüllt.

Auf Pedicularis.

6. Pedicularis palustris, mit schön roth gefärbten Blattzipfeln, deren Ränder nach unten umgerollt und in der Cavität mit dichtem, rothem Haarfilz bekleidet sind, nach Thomas[3]).

Auf anderen Kräutern.

7. Auch sonst scheinen auf Kräutern durch Phytoptus verursachte Blattrandrollungen verbreitet zu sein, z. B. nach Thomas' Beobachtungen auf Hieracium murorum, Atragene alpina, Viola silvestris, Campanula rotundifolia, Tanacetum vulgare, Oxalis corniculata.

B. Mit Verdickung der Blattmasse. Die gerollten Theile der Blattfläche sind dicker als der übrige Theil und bilden daher Randwülste, wenn sie über eine größere Strecke sich fortsetzen, oder Randknoten, wenn sie auf kurze Strecken beschränkt sind. Die stärkere Verdickung rührt her von einer Vermehrung der Zellschichten des Mesophylls, sowie von einer Erweiterung der Zellen dieses und der Epidermis.

Auf Tilia.

1. Auf den Blättern von Tilia parvifolia und grandifolia bringt ein

[1]) l. c. 1877 pag. 362.
[2]) l. c. 1869 pag. 343.
[3]) l. c. 1869 pag. 341.

Phytoptus fest gerollte Randwülste hervor, bei welchen ich an dem einen Standorte, ausnahmslos die morphologische Oberseite die Cavität bilden sah; an einem anderen Orte fand ich die umgekehrte, im Uebrigen gleiche Rollung.[1]) Ob es sich hier um zwei verschiedene Milbenspecies handelt, ist zu prüfen.



Fig. 129.

Rollung des Blattrandes von Tilia durch Phytoptus, mit Verdickung der Rollen durch Hypertrophie des Gewebes. Die Rolle quer durchschnitten. o Oberseite, u Unterseite des normalen Theiles der Blattfläche. In der Rolle ist eine Milbe etwas sichtbar. 50fach vergrößert.

Die Rollen befinden sich nur am äußersten Rande der im Uebrigen meist normal ausgebreiteten Blattfläche und sind entweder auf ein oder wenige Blattzähne beschränkt, oder der Wulst erstreckt sich auf einen größeren Theil des Randes oder umzieht den ganzen Rand, so daß das Blatt eigenthümlich ganzrandig oder abgerundet erscheint. Geschieht das im noch nicht erwachsenen Zustande, so wird das Blatt, weil der Randwulst dem noch fortgehenden Flächenwachsthum des Blattes ein Hinderniß ist, löffelförmig vertieft und kann sehr geringe Größe behalten. Die Rolle fühlt sich deutlich als eine Verdickung an; das Blatt ist hier etwa zwei-, stellenweise dreimal dicker als die normale Blattfläche, die Epidermiszellen der Außenseite sind stark erweitert, das Mesophyll besteht aus mehr Schichten und größeren Zellen und zeigt den Unterschied des Pallisadengewebes verwischt. Die im Innern der Rollen liegende Epidermis ist wenig von dem Parenchym verschieden, dünnwandig. Die Außenseite der Rolle ist kurz filzhaarig; aber am Eingang in die Rolle trägt die Epidermis der beiden hier befindlichen Blattseiten lange Erineum-artige Haare, welche nach außen gerichtet den Eingang verschließen (Fig. 129) und bisweilen noch ein Stück vor die Rolle sich erstrecken. Dieselbe Galle findet sich auch an dem Blütendeckblatte der Linde, hier oft starke Randknoten bildend. Die Milben leben im Innern der Rollen.

Auf Fagus.

2. **Fagus sylvatica** hat ähnliche, oberseits liegende, aber sehr feine, feste, und gleichmäßigere, oft das ganze Blatt umziehende Randrollen, welche kaum doppelt stärker als die normale Blattfläche, kahl und ebenfalls von Phytoptus bewohnt sind.[2])

Auf Lonicera und Punica.

3. Ebensolche feine Randrollen sind von Thomas[3]) an **Lonicera Xylosteum, Periclymenum, nigra, alpigena, coerulea** beobachtet worden, ferner an **Punica Granatum**.[4])

Auf Salix.

4. An verschiedenen alpinen Salix-Arten kommt nach Thomas[5]) sowohl aufwärts als abwärts gerichtete Randrollung mit Randknoten vor.

---

[1]) Thomas (l. c. 1869, pag. 340.) spricht von einer Umrollung nach unten.

[2]) Auch von Thomas (l. c. 1869, pag. 341) beobachtet.

[3]) Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. T. XXXVIII. pag. 253 ff.

[4]) Hallische Zeitschr. f. d. gesammt. Naturw. 1872, pag. 471.

[5]) l. c. 1877, pag. 373.

5. Hippophaë rhamnoides bekommt nach Thomas[1]) durch Gallmilben entweder eine bloße Vertiefung auf der oberen Blattseite oder zusammengeschlagene Blattränder, oft unter schneckenförmiger Krümmung des Blattes. Das Mesophyll ist hypertrophirt, mehr gleichförmig parenchymatisch; die sonst sitzenden Schuppenhaare werden dabei gestielt.

Auf Hippophaë.

6. An den Blättern der Alpenrosen hat zuerst Thomas[2]) Rollungen der Blattränder durch Phytoptus beobachtet. Die Blätter sind nach oben zusammengerollte, spindelförmige oder cylindrische, aufrecht stehende, oft gekrümmte Gebilde. Die sonst kahle Oberseite bekommt in den Rollen feine, einzellige Haare; dasselbe geschieht auch mit der in Folge der Rollung nach innen liegenden Unterseite, die dabei (Rhododendron ferrugineum) ihre Schuppenhaare zwar behält, aber nicht röthet. Das Mesophyll ist in den Rollen verdickt; die Pallisadenschicht nicht differenzirt, vielmehr wird das nach außen liegende Parenchym der Blattunterseite in den Rollen grüner als das übrige. Thomas giebt als Vorkommen der Galle Rhododendron ferrugineum in der Schweiz, Rhododendron hirsutum in den nördlichen Alpen an; ich fand sie an beiden Pflanzen auf den hohen Tauern.

Auf Rhododendron.

7. An Clematis recta hat v. Frauenfeld[3]) warzige, aufgetriebene Längswülste des Blattes neben den Nerven beobachtet, die durch faltenartige Ein- und Ausbiegungen der verdickten Blattmasse entstehen. Noch stärkere derartige Deformationen beschreibt Thomas[4]) an Clematis Flammula; auch kommen Gewebewucherungen an den Blattstielen und Stengeln vor, in Form von Polstern, die eine Spalte besitzen. — Aehnliche wulstige Falten fand v. Frauenfeld[5]) an den Fiederblättchen von Rosa spinosissima zu beiden Seiten der Mittelrippe.

Auf Clematis und Rosa.

8. Lysimachia vulgaris zeigt an den Spitzen der noch nicht blühenden Stengel eine durch die sehr dichte, schön purpurrothe Behaarung ungemein auffallende Deformation. Von den oberen Stengelblättern sind die älteren und größten nur an der Basis nach unten eingerollt. Mit jedem folgenden Blattpaare geht die Rollung ein Stück weiter am Blatte aufwärts und zuletzt folgt ein Büschel jüngster Blätter, welche total an beiden Rändern zusammengerollt und sammt dem Stengel gänzlich rothfilzig sind. Die Sprossen, welche aus der Achsel der Blätter kommen, erscheinen ganz in kleine, rothe Stützchen umgewandelt, indem sie eben so intensiv wie der Gipfeltrieb deformirt sind. Es weist dies auf eine frühe Infection hin, zu einer Zeit, wo der ganze obere Theil des Stengels noch im Knospenzustand sich befand. Die Mißbildung beginnt an den jungen Blättern mit einer vollständigen Einrollung der Ränder bis an die Mittelrippe, oft in mehreren Kreiswindungen, unter Verdickung des Mesophylls, dessen Zellsäfte sich gleich denen der Epidermiszellen und Haare röthen. Dann beginnt auf der äußeren wie inneren Seite der Rollen vermehrte Bildung von Haaren, welche viel zahlreichere und stärkere Querwände und Glieder haben als die normalen und ebenfalls roth gefärbt sind. Endlich bilden sich eigenthümliche Buckel auf den deformirten Blättern, welche durch faltige, blasige Abhebungen der Epidermis zu Stande kommen. Die letztere dehnt sich an

Auf Lysimachia vulgaris.

---

[1]) l. c. 1869, pag. 339.
[2]) l. c. 1872, pag. 466.
[3]) Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1864, pag. 691.
[4]) l. c. 1877, pag. 370.
[5]) l. c. 1865, pag. 897.

diesen Punkten in Richtung ihrer Fläche stärker aus, und zwar sowol in Folge von Theilung als auch von Wachsthum ihrer Zellen; sie bildet daher unter sich lufthaltige Hohlräume und ist hier entweder ganz vom Mesophyll getrennt oder hängt nur durch einige armförmige Auswüchse der Mesophyllzellen mit diesen zusammen. Haar- und Faltenbildung findet auch an der Epidermis der Stengelglieder statt. In der gänzlich deformirten Stengelspitze kommt das Wachsthum zum Stillstand. Bisweilen hat die Blütenbildung schon begonnen. Dann findet eine Art Vergrünung der Blütenknospen statt, indem namentlich die Corolle in geröthete, filzige, an den Rändern mehr oder weniger rückwärts gerollte Zipfel deformirt wird, die Staubgefäße fehlschlagen oder in rothe Spitzchen sich umwandeln, das Pistill ebenfalls unterdrückt oder mißgestaltet, dünner und länger wird.

IV. Veränderung der Blattformen.

Natur dieser Gallen.

Die Gallenbildungen der Milben können auch darin bestehen, daß das befallene junge Blatt bei seinem Wachsthum einen von der normalen Form abweichenden Umriß bekommt, meist im Sinne einer Zusammenziehung oder tieferen Zertheilung der Blattmasse. Diese Deformation ist nicht nothwendig, thatsächlich aber oft mit Randrollung und Erineum-Bildung verbunden und hat auch, wenn sie die ganze Sproßspitze influirt, Uebergänge zu den im nächsten Absatze behandelten Knospendeformationen.

Auf Scabiosa.

1. An Scabiosa columbaria fand ich an den jungen, noch nicht blühenden Trieben die Blattzipfel der gefiederten Stengelblätter so schmal wie die Blattspindel, ohne entsprechend verkürzt zu sein, und gleich der letzteren auf der ganzen Oberfläche sehr dicht grau- oder weißwollig behaart, zugleich mehr oder weniger stark gekrümmt, als cylindrische, wurmförmige, regellos geschlängelte und sogar in Schlangenwindungen sich umrankende Gebilde. Gegen die Stengelspitze nimmt die Deformation zu, so daß der Trieb oft in grauhaarige Massen deformirter Blätter endigt und nicht zur Blüte gelangt. Die Blattzipfel bekommen auf der Ober- und Unterseite starke, höckerförmige Auswüchse, die durch Wucherungen des Mesophylls gebildet und von der Epidermis überzogen sind, also den Character von Emergenzen haben. Die Höhe dieser Höcker ist relativ so groß, daß das Blatt im Querschnitt mehrlappig erscheinen kann. Die Haare, welche aus allen Theilen der Oberfläche kommen, sind denjenigen ähnlich, welche die normalen Blätter am Rande haben. Wenn an den unteren erwachsenen Stengelblättern, oder an den ganzrandigen Wurzelblättern noch spät Infection erfolgt, so beschränkt sie sich darauf, daß der Rand sich etwas umrollt und daß frei auf der ebenen Blattfläche Räschen von wolliger Behaarung entstehen. In dem dichten Haarfilz der deformirten Theile lebt die Milbe. Hiermit identisch ist wahrscheinlich die von Thomas[1]) an Scabiosa suaveolens beschriebene Deformation.

Auf Sisymbrium Sophia.

2. Bei einer ähnlichen Deformation von Sisymbrium Sophia, deren Triebe dabei ebenfalls nicht zur Blüte gelangen, sind nach Thomas[2]) die Fiederchen der Blätter aufgerichtet, an der Spitze hakig umgekrümmt, zierliche gekräuselte Partien darstellend, deren Zipfel durch dichte, feine Behaarung wie

[1]) l. c. 1877 pag. 364.
[2]) l. c. 1877 pag. 368.

weiche Chenille aussehen. Die Haare sind länger und weniger verzweigt als die normalen.

Auf Aquilegia.

3. An **Aquilegia atrata** sind nach Thomas[1]) die Blättchen der Wurzelblätter zusammengezogen unter Verdickung des Blattgewebes an den Stellen, wo die Nerven verlaufen, und unter Wölbung der zwischen den Nervenzweigen liegenden Blattmasse nach der einen oder anderen Seite, wodurch die Blattfläche warzig-runzelig wird. Zuweilen sind auch die Ränder umgebogen.

Auf Lotus corniculatus.

3. Bei **Lotus corniculatus** entsteht durch Phytoptus eine Art Verkräuselung. Erstens ist der Rand der Blättchen an einzelnen Punkten an der Flächenausdehnung behindert, so daß regellos gelappte Formen oder kleine Randanhängsel zu Stande kommen. Zweitens bilden sich auf der Blattfläche buckelförmige Ausstülpungen und runzelige Faltungen, oder Wucherungen des Mesophylls, die von der Epidermis überzogen sind (Emergenzen). Endlich vermehrte Haarbildung, die auf beiden Blattseiten vorkommt, aber in der Concavität sich noch verstärkt, oft zu einzelnen Haarpinseln. An den erwachsenen Blättchen ist die Deformation meist nur auf Rand und Spitze beschränkt, an den jüngsten Blättern erreicht sie bei äußerst reducirt bleibender Größe ihren höchsten Grad.

Auf Pimpinella.

4. **Pimpinella Saxifraga** zeigt eine eigenthümliche Deformation (Fig. 130). Das normale Blatt ist gefiedert, mit fast kreisrunden oder ovalen, tief gezähnten oder fiederspaltigen Blättchen. Im schwächsten Grade ist die Galle ein nach oben eingeschlagener, zu einem gerötheten Randknoten verdickter Zahn. Das Blättchen kann durch solche Knoten gesäumt sein. Häufig ist ein Stück des deformirten Zahnes zu einem dünnen Körper verlängert: der Randknoten sitzt entweder auf einem dünnen Stiel oder trägt an seinem Ende eine feine, lange Franse. Oft zieht sich die Blattmasse des ganzen Blättchens in lauter solche dünne Zipfel zusammen, auch ohne daß jeder derselben eine knotige Verdickung hat. Es können nun entweder einzelne oder auch sämmtliche Blättchen eines Blattes diese Formveränder-



Fig. 130.

Blattdeformationen durch Phytoptus an Pimpinella Saxifraga. A ein Blatt, dessen obere Blättchen, B ein solches, dessen sämmtliche Blättchen in feine, zertheilte Zipfel deformirt sind. C Durchschnitt durch eine zusammengerollte Stelle der gekräuselten Blattzipfel. Schwach vergrößert.

[1]) l. c. 1877 pag. 360.

ung erleiden. Der stärkste Grad ist der, wo an der Blattspindel nur moosartige, verworrene Massen sitzen, an deren Fäden man knotige Verdickungen wahrnimmt.

V. Knospenanschwellungen und Triebspitzendeformationen.

Natur dieser Gallen.

Die Mißbildung betrifft hier den Sproß im Knospenzustande, die End- oder die Seitenknospen, und besteht darin, daß die Knospenachse sich nicht streckt, kurz bleibt, aber mehr oder weniger sich verdickt und daß eine überhäufte Bildung dicht auf aufeinander liegender Blätter eintritt, welche gewöhnlich zu breiten, meist verdickten und sonst vergrößerten, oft auch mit reicher Haarbildung oder mit Emergenzen bedeckten Schuppen werden, so daß die deformirte Knospe bedeutend an Volumen zunimmt, einen runden Blätterknopf oder dichten Blätterschopf darstellt. In den Zwischenräumen zwischen den Blättern und der Achse befinden sich die Parasiten. Von der Lebensweise der auf Holzpflanzen lebenden Milben dieser Kategorie ist oben (pag. 671) bereits die Rede gewesen; die auf perennirenden Kräutern Knospengallen verursachenden überwintern wahrscheinlich ebenso wie die übrigen kräuterbewohnenden.

A. Auf Vermehrung und Vergrößerung vegetativer Blätter beruhende Knospenanschwellung.

Auf Thymus serpyllum.

1. Die weißfilzigen Triebspitzen von Thymus serpyllum gehören zu den gemeinsten Gallen und waren schon Tournefort bekannt. Es sind rundliche bis zu 1 Cm. dicke Knöpfe. Die obersten Laubblätter sind in kürzere, aber etwas breitere, fast kreisrunde, etwas dickere Schuppenblätter umgewandelt und schließen zu einem Knopf zusammen. Das nächstvorhergehende Blattpaar, welches etwas vom Knopfe entfernt steht, zeigt häufig schon weiße Filzbekleidung auf beiden Seiten. Das dann folgende Blattpaar, welches den Knopf bedeckt, hat fast nur auf der auswendig liegenden Unterseite eine äußerst dichtfilzige, Erineum-artige Behaarung, welche aus langen, spitzen, wenig gegliederten Haaren besteht, gleich denen, welche die Blätter normal am Rande ihrer Basis haben. Die dahinter folgenden Blätter des Knopfes sind gewöhnlich schon zu ziemlich kleinen Organen verkümmert, die auch vorzüglich auf der Außenseite behaart sind; die in der Achsel der äußeren Blätter stehenden Sprößchen oder Blütenknospen sind meist nur kleine filzige Höcker geblieben. Doch kann bei schwächerer Infection die Bildungsthätigkeit einen Vorsprung gewinnen: indem sich noch die Achselsprosse etwas entwickeln, dann aber ebenfalls deformirt werden, wird der Knopf aus mehreren kleineren zusammengesetzt. Selbst Blütenknospen können in demselben sich einigermaßen entwickeln: die Kelche sind dann auswendig weißfilzig, aber ihre Blumenkrone entfaltet sich nicht.

Aehnliche Gallen auf anderen Kräutern.

2. Sehr ähnliche, weißhaarige, dicke Knospen auf den Triebspitzen sind gefunden worden von Kirchner[2]) an Veronica Chamaedrys (wo jedoch auch eine Cecidomyia eine ähnliche Deformation bewirkt), an Betonica officinalis und Potentilla von Thomas[3]), an Helianthemum vulgare und Achillea moschata,

---

[1]) l. c. 1877 pag. 360.

[2]) Lotos. Prag 1863, pag. 42.

[3]) l. c. 1872, pag. 469 u. 464.

von Demselben an Euphrasia officinalis[1]) und Polygala vulgaris[2]) wo die durch Rollung oder Verkrümmung und Behaarung deformirten Blätter an der Triebspitze knospenähnlich zusammengedrängt stehen, an Capsella bursa pastoris, wo es unter Umbildung der Blütenknospen geschieht,[3]) an Cerastium arvense und triviale,[4]) ꝛc.

3. Knospenähnliche Knöpfchen in den Triebspitzen, bestehend aus kugelig

Auf Saxifraga und Sedum.

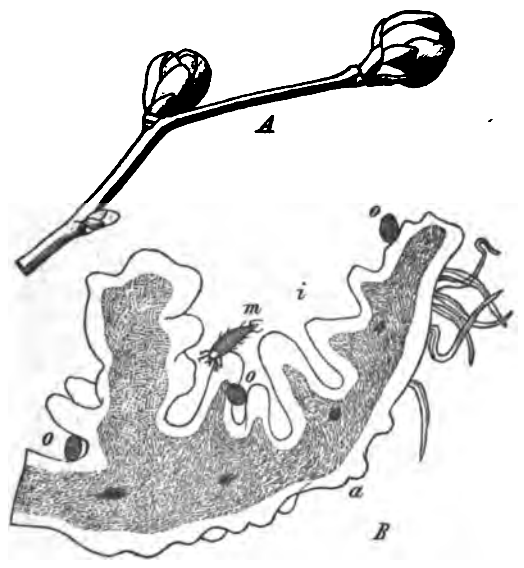


Fig. 131.

Knospendeformation von Corylus Avellana durch Phytoptus. A ein Winterzweig mit zwei angeschwollenen Knospen und einer normalen Winterknospe. B Stück eines Querschnittes durch ein umgewandeltes Blatt aus dem Innern der Knospenanschwellung; a die Außen-, i die Innen- oder morphologische Oberseite des Blattes. Zwischen dem innersten Gewebe, in welchem Fibrovasalstränge verlaufen, und der Epidermis befindet sich eine helle, mehr meristematische Gewebezone. Durch Wucherungen dieser und der darüber gehenden Epidermis entstehen, besonders auf der Innenseite, eine Menge Auswüchse. m Milbe, o o o Milbeneier. 100-fach vergrößert.

gehäuften Massen von deckblattartigen Organen und kleinen Knospen, beschreibt Thomas[5]) von Saxifraga aizoides. Aehnliche Gebilde aus kürzeren, an der Basis verbreiterten Blättern bestehend, fand ich an Sedum sexangulare.

---

[1]) l. c. 1877. pag. 379.
[2]) Thomas, Nova Act. Acad Leop. Carol. XXXVIII.
[3]) l. c. 1877, pag. 382.
[4]) l. c. 1877. pag. 378.
[5]) Hallische Zeitschr. ꝛc. 1872. pag. 469.

Auf Haseln. 4. Bei **Corylus Avellana** schwellen manche Knospen, statt zu den gewöhnlichen Winterknospen sich auszubilden, zu fast kugelrunden, bis 8 Mm. dicken Körpern an (Fig. 131), welche aus bedeutend vergrößerten Knospenschuppen bestehen, die in großer Anzahl an einem stark entwickelten Achsenorgan sitzen. Die äußeren sind die vergrößerten Knospenschuppen, und darauf folgen die wie jene vergrößerten Nebenblätter (denen morphologisch die Knospenschuppen bei Corylus äquivalent sind); aber die zu ihnen gehörigen Laubblätter sind hier nicht ausgebildet. Außerdem finden sich zwischen den Blattorganen bisweilen Anlagen von Seitenknospen, welche normal an diesen Stellen nicht entstehen. Die Innenfläche der Knospenblätter und, mit Ausnahme der äußersten, auch die Außenfläche derselben, diese jedoch in schwächerem Grade, ist dicht besetzt mit eigenthümlichen warzen- bis korallenförmigen kleinen Auswüchsen, die durch Wucherungen des Mesophylls entstehen, über welche die Epidermis hinweg geht, die also den Character von Emergenzen haben. Sie bestehen anfangs nur aus Parenchym; eine äußere, hellere Zone desselben bleibt kleinzellig und theilungsfähig, eine innere bekommt lufthaltige Intercellulargänge und schwachen Chlorophyllgehalt. Späterhin treten in die größeren derselben auch Gefäßbündel ein. An der Außenseite der Schuppen kommen außerdem die gewöhnlichen Haarbildungen vor. Besonders in den Lücken zwischen diesen zahlreichen Erhabenheiten finden sich die Milben und ihre Eier in Menge innerhalb der Knospe. Ueber die Entwickelung und Dauer der Gallen und das Verhalten der Milben vergl. oben pag. 671.

Auf Birken. 5. **Betula alba** bekommt ganz ähnlich verdickte Knospen, die bis über 1 Cm. Durchmesser erreichen und auswendig etwas filzig behaart sind. Sie scheinen sich aber dadurch zu unterscheiden, daß sie sich dauernd an ihrer Spitze fortbilden, sich verjüngen, indem die alten Schuppen in gleichem Maaße abfallen. Auch können sich an diesen Trieben Seitenknospen bilden, die einen normalen Kurztrieb hervorbringen oder wol auch wieder deformirt sind. Nach Ormerod[1]) sollen aus dieser Zweigvermehrung Hexenbesen (vergl. pag. 44) hervorgehen können.

B. Auf Vergrößerung, beziehendlich Vermehrung der Deckblätter beruhende Deformation des Blütenstandes.

Auf Compositen. 1. An **Artemisia campestris** bewirkt ein Phytoptus eine mächtige Vergrößerung einzelner Blütenköpfe, welche bis 12 Mm. Durchmesser erreichen (gegen 2 Mm. der normalen). Das Receptaculum ist entsprechend vergrößert und das Köpfchen fast ganz aus viel zahlreicheren und mehrmals größeren, sonst aber wenig veränderten Involucralblättern gebildet. Unter jedem angeschwollenen Blütenkopf ist die Achse verkürzt, so daß mehrere Blütenköpfchen knäuelartig um jenes zusammengedrängt sind, und da auch unter diesen gewöhnlich außer normalen auch inficirte oft in allen Größenabstufungen vorkommen, so können die Knäueln bis gegen 3 Cm. groß werden. Auch kommen aus manchen Knäueln mehrere ruthenförmige Zweige hervor, welche entweder normale Köpfchen tragen oder wiederum mit einem Knäuel endigen. Die Milben halten sich zwischen den Involucralblättern auf. Ich fand die Deformation bei Dresden. — v. Frauenfeld[2]) sah von Milben bewohnte Blütenköpfe von **Centaurea Jacea** bis zur doppelten Größe angeschwollen und die Blüten

---

[1]) Citirt in Just, bot. Jahrb. für 1877, pag. 514.

[2]) Verhandl. d. bot. zool. Ges. Wien XX. pag. 660.

verbildet. — An Carduus acanthoides sah Löw[1]) die Blütenköpfchen durch eine Milbe vergrünt: die Incolucralblätter normal, aber die Achenien verkümmert und den Pappus in grüne Blättchen umgewandelt.

2. Aehrchen von Bromus von Milben bewohnt und dadurch zur drei- bis vierfachen Dicke angeschwollen und festgeschlossen, mit verkümmerten Blütentheilen, nach v. Frauenfeld[2]). — Eine Vergrünung der obersten Blüten des Aehrchens von Festuca ovina unter Vermehrung der Spelzen derselben wird nach Thomas[3]) von einem Phytoptus verursacht.

Auf Gräsern.

C. Knospendeformation, welche auf hochgradiger Verzweigung und Blattbildung in verminderter Größe beruht.

1. Auf Salix babylonica kommen an den hängenden Zweigen wallnuß- bis faustgroße Auswüchse vor, welche im Frühlinge nach der Belaubung sich bilden und dann grün und krautartig weich sind und aus lauter kleinen Blättchen und Höckerchen bestehende, blumenkohlähnliche Massen darstellen. Gegen den Herbst werden sie dunkelgrau, trocken und mürbe, bleiben aber den ganzen Winter auf den Bäumen, die oft davon ganz voll hängen. Die Mißbildungen entstehen aus einer Knospe und entsprechen also einem ganzen diesjährigen Triebe. In einem schwächsten Grade der Verbildung ist dieser Trieb wirklich entwickelt, aber meist viel dicker als gewöhnlich und verhältnißmäßig wenig verholzt, trägt auch normale, doch oft etwas rückwärts gekrümmte Blätter; aber in den Achseln jedes dieser Blätter, ist sofort eine profuse Knospenbildung eingetreten. Dieselbe besteht aus einer verkürzten, aber sehr verbreiterten, daher bisweilen fast hahnenkammförmigen Achse, die mit lauter kleinen, linealischen, spitzen Blättchen besetzt ist, von denen fast jedes sogleich wieder axilläre Sprossung treibt, was sich dann in immer weiteren Graden ins Grenzenlose wiederholt. In diesem korallen- oder blumenkohlartigen Gewächs kann man zwischen Blatt- und Stengelorgan kaum einen Unterschied finden; Durchschnitte durch den Rand derselben zeigen eine Menge aus einander hervorkommende Meristemhöcker, lauter kleine Vegetationspunkte, durch welche das Knospengewächs immer größer wird. Bei stärkster Deformation werden auch schon die Laubblätter des Triebes zu jenen kleineren, hochblattartigen Gebilden, und da die Internodien des Triebes kürzer bleiben, so grenzen die einzelnen Knospenwucherungen desselben unmittelbar an einander und der ganze Trieb ist zu einem länglichen, unförmigen Klunker deformirt. Alle Theile der Galle sind mit reichlicherer Haarbildung bekleidet, ohne gerade dadurch weißhaarig zu werden. Zwischen den Wucherungen findet man den Phytoptus. Vielleicht kann diese Deformation auch aus den Weidenkätzchen hervorgehen. Eine von Walsh beschriebene, bei Thomas[4]) erwähnte Gallenbildung an Salix nigra dürfte mit unserer identisch sein. Auch scheint Thomas[5]) ähnliche an Salix alba, fragilis etc. beobachtet zu haben, die er für deformirte Blütenkätzchen hält.

Auf Salix.

2. Populus dilatata und tremula haben sehr ähnliche durch Phytoptus verursachte Deformationen. Bei letzterer traf ich sie nur bis zu Bohnen-

Auf Populus.

---

1) Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien. XXV. pag. 621.
2) l. c. XIX pag. 938.
3) l. c. 1877 pag. 385.
4) l. c. 1877 pag. 343.
5) l. c. 1877 pag. 373.

größe, in den Achseln der normalen Blätter an den einjährigen Zweigen als höckerig-zackige, röthlichbraune, grauhaarige Gebilde. An Populus dilitata fand ich die entsprechende Galle an den Stockausschlägen am Stamme älterer Bäume; sie stellen hier ungefähr rundliche, sitzende, röthliche, stärker filzige Massen von blumenkohlartigen, jedoch sehr feinen und ebenfalls sehr dicht stehenden Wucherungen dar. — Die von Kirchner[1]) kurz erwähnten, am Grunde des Stammes von Populus tremula sitzenden, halb in der Erde eingesenkten, „himbeerförmigen, haselnuß- bis faustgroßen, condylomartigen Wucherungen", die bis 100 hanfkorngroße Kammern mit Milben enthalten sollen, kenne ich nicht; vom Holzkropf der Aspe (vergl. pag. 624) müssen sie wol verschieden sein.

Auf Fraxinus.

3. An den Blütenständen der Esche kommen ähnliche klunkerförmige, stark filzige Wucherungen bis zu 2 Cm. Größe vor, welche an Stelle der Blüten an den meist verkrümmten und wol auch verbänderten Inflorescenzzweigen stehen. Die Blütentheile sind meist nicht mehr unterscheidbar; nur hier und da ragt eine noch kenntliche Anthere hervor. Milben habe ich an meinem getrockneten Material nicht gesehen.

Auf Sarothamnus.

4. An Sarothamnus scoparius fand Thomas[2]) die Knospen in „graufilzige, kugelige Gebilde von 3 bis 15 Mm. Durchmesser verwandelt", an denen „dicht zusammengedrängt und die Achse allseitig verdeckend, graufilzige, verkrüppelte Blattgebilde sitzen".

Auf Potentilla.

5. Vielleicht gehört hierher auch eine von Kirchner[3]) erwähnte Mißbildung an Potentilla Tormentilla, wo der Blütenstand zu einer Knospe verkrüppelt war, an welcher büschelartige Schöpfe standen, die durch lange, gelbrothe Borsten struppig, wie Bürsten aussahen.

Auf Gallium und Asperula.

6. Mehrere Arten von Galium, wie G. saxatile, silvestre, palustre, sylvaticum, desgl. Asperula cynanchica, zeigen sich im Blütenstande stärker verzweigt, mit verkürzt bleibenden Internodien und an Stelle der Blüten mit grünen Blätterknöspchen.[4])

Auf Campanula und Veronica.

7. Eine ähnliche Polycladie mit Vergrünung der Blüten bei Campanula rapunculoides und in den Trauben von Veronica officinalis nach Thomas[5]).

Auf Solanum Dulcamara.

8. Solanum Dulcamara mit Blütenvergrünung, indem an Stelle der Blüten zahlreiche verkrümmte und behaarte kleine Blättchen durch wiederholte Verzweigung der Achse dicht beisammen stehen, nach Thomas[6]).

Auf Orlaya.

9. Bei Orlaya grandiflora Umbildung der Döldchen in compacte, gelbgrüne, kugelige oder dicht schirmförmig gedrängte Massen, die aus vergrünten Blüten bestehen, in denen Blumenblätter, Staubgefäße und Carpelle blattartig verbreitert und diese grünen Blättchen unregelmäßig vermehrt sind, sowie axillare Knöspchen bilden. Thomas[7]) beobachtete diese Mißbildung zugleich mit einer Deformation der Laubblätter, die den oben von Pimpinella Saxifraga beschriebenen ähnlich gewesen zu sein scheint.

Auf Kiefer.

Eine ungenügend beschriebene, mir unbekannte Galle an der Kiefer, die

---

[1]) l. c. 1863, pag. 44.
[2]) l. c. 1877, pag. 375.
[3]) l. c. 1863, pag. 42.
[4]) Vergl. Thomas, l. c. 1869, pag. 349; 1872, pag. 470; 1877, pag. 384.
[5]) l. c. 1869, pag. 350.
[6]) l. c. 1877, pag. 381.
[7]) l. c. 1877, pag. 383.

schon von Th. Hartig[1]) und von v. Frauenfeld[2]) beobachtet worden ist, soll eine bis bohnengroße, knotige Geschwulst an den Zweigen sein, wobei der Zweig die durchgehende Achse ist, und das Rindegewebe eine weiche, schwammige Anschwellung bildet, in welcher zahllose von Phytoptus erfüllte, kleine Höhlungen sich befinden sollen.

VI. Pockenkrankheit der Blätter.

Natur dieser Gallen.

Es giebt einige Gallmilben in der Gattung Phytoptus, welche im Innern der Blätter leben und eine Anschwellung des Mesophylls bewirken (Fig. 132), wodurch aufgedunsene, später mißfarbig werdende

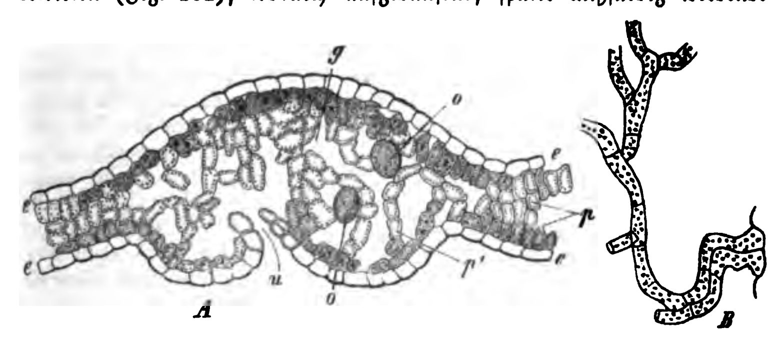


Fig. 132.

A Durchschnitt durch eine **Pocke eines Birnbaumblattes.** Rechts und links die gewöhnliche Blattdicke mit dem normalen Mesophyll p und der Epidermis ee. Bei u der von einer durchrissenen Stelle der Epidermis gebildete Eingang in die Galle an der Unterseite des Blattes; p_1 das vergrößerte Mesophyll, in dessen großen Intercellulargängen (g) zwei Milbeneier oo sichtbar sind. Nach Sorauer. B Partie des Mesophylls aus einer Pocke von Sorbus Aucuparia, zeigt die fadenförmig verlängerten Mesophyllzellen.

Flecken entstehen, die man Pockenflecken genannt hat. Von allen anderen geschlossenen Gallen, die durch einen im Innern des Pflanzentheiles lebenden, thierischen Parasiten erzeugt worden (wie die der Hymenopteren und vieler Dipteren), sind diese Milbengallen dadurch verschieden, daß sie durch bloßes Wachsthum und theilweise Vermehrung der im Uebrigen unveränderten Mesophyllzellen entstehen, nicht durch eine Umwandelung des Gewebes in ein Meristem, aus welchem sich dann erst die neuen Gewebe der Galle differenziren.

Auf Birnbäumen und anderen Pomaceen.

1. Die Pockenkrankheit der Birnbäume und anderer Pomaceen. Diese Krankheit ist an den Blättern des Birnbaumes zuerst von Scheuten[3]) beobachtet worden, der dabei auch die Milben aufgefunden hat. An Sorbus Aucuparia, Sorbus Aria, Sorbus torminalis und Cotoneaster

[1]) Vergl. Thomas, l. c. 1869, pag. 353.
[2]) l. c. XIX. pag. 60.
[3]) Troschel's Archiv f. Naturgesch. 23. I. pag. 104.

wurden sie von Thomas[1]), an Sorbus Chamaemespilus von Magnus[2]) gesehen. Eine genauere Untersuchung hat Sorauer[3]) geliefert. Die aufgetriebenen rundlichen Flecken treten gewöhnlich in sehr großer Anzahl an einem Blatte auf. Bei den Birnbäumen sind sie anfangs mehr gelbrün, an jungen Blättern bisweilen röthlich gefärbt durch Röthung der Epidermis; später werden sie allmählich dunkelbraun. An Sorbus Aucuparia sind sie anfangs hellgrün und werden endlich lichtbraun. Ein Durchschnitt durch eine Pocke (Fig. 132 A) zeigt die Epidermis der Unterseite in Folge des Wachsthums des inneren Gewebes aufgetrieben und in der Mitte eine Oeffnung mit eingesunkenen, braunen, trockenen Rändern, den Eingang in die Galle. Die Zellen des Mesophylls sind bedeutend verlängert, oft fast fadenförmig. Das Gewebe wird dadurch schwammig aufgetrieben, die Intercellulargänge erweitert. Mit der Streckung der Zellen erfolgt hin und wieder auch Zelltheilung; das Mesophyll stellt dann gleichsam verzweigte, mit einander zusammenhängende Zellreihen dar, welche Conservenfäden nicht unähnlich sind, besonders bei Sorbus Aucuparia (Fig. 132 B). Die Anfänge der Gallen werden schon im Mai an den jungen Blättern, bald nachdem diese ihre Ausbildung erreicht haben, sichtbar. Ueber die Entwickelung der Thiere hat Sorauer folgendes mitgetheilt. In den erweiterten Intercellularen des aufgetriebenen Mesophylls findet man im Mai die 0,042 bis 0,055 Mm. langen Eier vereinzelt zwischen den Zellen liegen. Später werden ebendaselbst die 0,09—0,19 Mm. langen Milben (Phytoptus piri *Pag.)* gefunden. Diese verlassen dann die Gallen, die darnach allmählich sich bräunen und absterben, und werden im Winter in den Knospen der Zweige gefunden. Geschlechtsreife Thiere sollen besonders im Frühjahre zu beobachten sein. Die überwinterten Milben befallen wieder die jungen Blätter. Wie das geschieht, insbesondere wie der Galleneingang an der Unterseite der Pocke entsteht, ist nicht beobachtet. Da Sorauer in den Gallen junger Blätter weder Thiere noch Eier fand, so scheint die Einwanderung der Weibchen behufs der Ablegung der Eier vielleicht erst zu erfolgen, nachdem durch den Stich der Milben die Gallen enstanden sind. Da die Milben in den Kospen überwintern, so wird sich als Gegenmittel nur ein Ausbrechen der Knospen oder Zurückschneiden der befallenen Aeste empfehlen. Die Verbreitung der Krankheit scheint über ganz Mitteleuropa sich zu erstrecken; auf Birnen und Ebereschen fand ich sie in verschiedenen Gegenden Sachsens.

Auf anderen Pflanzen.

2. Ebensolche durch Phytoptus erzeugte Pocken kommen nach Thomas[4]) auch an Wallnußbäumen, Rüstern und Centaurea Scabiosa vor.

---

[1]) Hallische Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwiss. 1872, pag. 460 und 473. Auch sind sie auf diesen Pflanzen schon von Kaltenbach (Pflanzenfeinde 1872, pag. 204) angegeben worden.

[2]) Verhandl. des bot. Ver. der Provinz Brandenburg 1875, pag. 62.

[3]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten, pag. 169.

[4]) Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. XXXVIII. 1876, pag. 253 ff.

Fünftes Kapitel.

Halbflügler, Hemiptera.

Die Halbflügler bilden die niedrigste Ordnung der Insecten, also der sechsbeinigen Kerbthiere, ausgezeichnet durch einen gegen die Brust zurückgeschlagenen Schnabel und durch gänzlich fehlende oder auch durch 4 gleichartige; seltener (bei den Wanzen) ungleichartige Flügel und durch eine unvollständige Verwandlung. Als Pflanzenbeschädiger sind hier zu nennen die Wanzen, die Zirpen, die Blattläuse und die Schildläuse.

A. Wanzen.

Kohlwanze.

Die grüne, weiß- und rothgezeichnete Kohlwanze (Strachia oleracea *L.*) auf Kohl, Raps, Salat ꝛc., durchbohrt die Blätter und saugt an ihnen, was das Absterben derselben zur Folge hat. Sie kann nur durch Ablesen vertilgt werden.

Blütengallen von Laccometopus.

Gallenbildner ist die Gattung Laccometopus, kleine Wanzen, von denen eine Art (L. clavicornis *L.)* in blasig aufgetriebenen Blüten von Teucrium Chamaedrys lebt, im Wiener botanischen Garten auch in denen des asiatischen Teucrium canum gefunden wurde; die andere Art (L. Teucrii *Host.)* bewirkt dasselbe auf Teucrium montanum. Nur die Blumenkrone bildet die blasige Auftreibung.[1])

B. Zirpen.

Die durch ihre geringe Größe schon mehr den Blattläusen sich nähernden, aber durch lederartige Vorderflügel und meist durch Springfüße unterschiedenen Zirpen sind wegen der folgenden Arten, welche durch ihr Saugen an den Pflanzen schädlich werden, hier zu nennen.

Zwergcicade am Getreide.

1. Die Zwergcicade (Jassus sexnotatus *Fallen.)*, 2 Mm. lang, als Larve ungeflügelt und hüpfend, später vierflüglig, schwarz oder gelb, saugt nach Letzner[2]) und Cohn[3]) an den Blättern des Sommergetreides, an welchen Stellen die Blätter bräunliche Flecken bekommen, was ein Absterben der Blätter und der ganzen Pflanze unter Gelb- und Rothwerden zur Folge hat.

Weincicade.

2. Die Weincicade (Typhlocyba vitis *Reelst.)*, im ausgewachsenen, geflügelten Zustande 3—5 Mm. lang, weißgrün oder bräunlich, sticht die Blätter und Triebe des Weinstockes an und saugt sie aus, wodurch dieselben braun und trocken werden.[4])

---

[1]) v. Frauenfeld, in Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. Wien XI., pag. 168.

[2]) Abhandl. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult., 1864.

[3]) Ebendaselbst 1869.

[4]) Vergl. R. Göthe, Mittheilungen über den schwarzen Brenner ꝛc. Berlin u. Leipzig 1878, pag. 13.

Rosencicade.

3. Die Rosencicade (Typhlocyba vitis *F.*), 3,5 Mm. lang, gelb, verdirbt in ähnlicher Weise wie die vorige die Rosen.

4. Ueber die Mannacicade (Cicada Orni *L.*) vergl. pag. 95.

Schaumzirpe.

5. Die Schaumzirpe (Aphrophora spumaria *L.*), welche bekanntlich unter einem von ihr ausgeschiedenen Schaume an Pflanzentheilen saugt, hat, wenn sie zahlreich krautartige Pflanzen befällt, wie Galium, Rumex etc., an diesen ein Verkürztbleiben der Stengelinternodien zur Folge.

C. Springläufe oder Blattflöhe, Psyllodes.

Hierher gehören die Gattung Psylla, Blattfloh, und die mit dieser nahe verwandten Gattungen Trioza, Aleurodes und Livia. Sie sind kräftigen Blattläusen ähnlich, auch mit 4 häutigen Flügeln versehen, aber besonders durch ihre zum Springen tauglichen Hinterbeine und ihre durch eine Randader gesäumten, nicht mit Flügelmal versehenen Vorderflügel von jenen unterschieden. Sie werden ebenfalls durch ihr Saugen an Pflanzentheilen schädlich, wodurch sie meist Gallen erzeugen, über die besonders v. Frauenfeld[1]), Thomas[2]) und Löw[3]) Mittheilungen gemacht haben.

Birn- und Apfelsauger.

1. Der Birnsauger (Psylla pyri *L.*). Die etwas über 2 Mm. langen bräunlichen, ungeflügelten Larven bedecken dicht an einander gedrängt die jungen Zweige junger Birnbäume, welche dadurch sich krümmen und verkümmern. Das geflügelte und springende Insect legt die Eier an junge Blätter, Zweige zc., die dann wie mit gelbem Staub bedeckt erscheinen. Die weitere Folge kann fehlerhafter Wuchs oder selbst gänzliches Eingehen der jungen Bäume sein. Die jungen Thiere müssen von den Zweigen abgestreift oder letztere abgeschnitten werden; die mit Eiern besetzten Theile sind zu verbrennen. Die an der Rinde überwinternden Thiere können hier in geeigneter Weise getödtet werden. — Dieselbe Bedeutung für den Apfelbaum hat der Apfelsauger (Psylla mali *Frst.*).

Blattausstülpungen erzeugende Blattflöhe.

2. Andere Arten bewirken grübchenförmige Blattausstülpungen auf der Unterseite, denen an der Oberseite pustelartige Erhabenheiten entsprechen und die nicht durch das Leben der Larve, sondern durch das im Frühjahr stattfindende Eiablegen verursacht werden. Dies thut z. B. Trioza Chrysanthemi *Löw* auf Chrysanthemum leucanthemum, Trioza flavipennis *Frst.* auf Lactuca muralis, Hieracium pilosella, pratense und praealtum. Psylla cornicola *Schrad.* bewirkt hörnchenförmige Ausstülpungen an den Blättern einer Rhamnus-Art in Shangai in China. Trioza Urticae *L* veranlaßt, daß die Blätter von Urtica sich runzelig zusammenziehen. Die Blättchen von Laserpitium Siler werden durch Psylloden wellig gebogen und unregelmäßig verkrümmt. Ein Aleurodes lebt in zahlreichen warzenförmigen Blattausstülpungen an der Oberseite der Blätter von Ficus sycomorus.

Auf umgerollten Eschenblättern.

3. Psylla Fraxini *L.* macht an den Eschenblättern dicke, auf den Adern geröthete Randrollen durch Umrollen des Blattrandes nach unten, in allen

[1]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien XI. pag. 169; IX. pag. 326. 327; XIX. pag. 905.

[2]) Hallische Zeitsch. f. d. gesammten Naturwissensch. 1875, pag. 438.

[3]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1876, pag. 187 ff. und 1877, pag. 123 ff.

Uebergängen bis zu völlig zusammengewickelter Blattfläche. Das Mesophyll des umgerollten Theiles ist verdickt, die Epidermiszellen stark vergrößert.

4. **Trioza Walkeri** *Frst.* (**Trioza Rhamni** *Schrk.*) erzeugt am Rande der Blätter von **Rhamnus cathartica** eine dicke, fleischig-knorpelige, fest geschlossene Rolle. — Auf **Rhamnus.**

5. Eine **Psylla**-Larve lebt an **Anabasis articulata** auf der sinaïtischen Halbinsel; die beiden untersten gegenständigen Blätter der Zweige verwachsen, der Raum dazwischen wird durch die durchgehende und noch zu zwei Blätterpaaren auswachsende Achse in zwei Kammern getheilt, deren jede eine Larve enthält. — Auf **Anabasis.**

6. **Psylla Cerastii** *H. Lw.*[1]) verwandelt die Triebspitzen von **Cerastium triviale, vulgatum** und **semidecandrum**, besonders die Blütenstände in rundliche, bis 2 Cm. dicke Blätterschöpfe, die dadurch entstehen, daß die Internodien verkürzt bleiben, daher die Blätter in großer Anzahl dicht beisammen und aufrecht angedrückt stehen. Die Blätter werden breiter, im Umriß mehr gerundet, oft bauchig oder kahnförmig gewölbt. Findet die Einwirkung in der ersten Entwickelung des Triebes statt, so bezieht sie sich auf die Laubblätter, und der Schopf sitzt mehr am Boden; geschieht sie später, so wandelt sich die Inflorescenz in dieser Weise um, indem die Deckblätter und Kelchblätter sich vergrößern, die Blumenblätter vergrünen, die Genitalien mehr oder weniger verkrüppeln, auch wol die Inflorescenzäste sich verdicken und verkrümmen. Es giebt alle Uebergänge bis zu normalen Inflorescenzen, in denen nur eine oder einige Blüten vergrünen. In den Achseln der deformirten Blätter findet man die flügellosen Läuse mit dem Kopfe nach der Basis zu angesaugt. Im Herbste kommen geflügelte Thiere zum Vorschein. Thomas[2]) erwähnt diese Krankheit aus den Alpen, der Rhön und dem Thüringer Wald; ich fand sie im Harz und sehr verbreitet im oberen Erzgebirge. Eine ähnliche Mißbildung an **Cerastium arvense** wird durch eine Aphide (s. unten) veranlaßt. — Blätterschöpfe auf **Cerastium.**

7. Auf **Celtis occidentalis** erzeugt nach Osten-Sacken[3]) **Psylla venusta** an der Basis der Blätter rundliche, an der Seite offene Anschwellungen, welche später holzig werden und stehen bleiben. — Auf **Celtis.**

8. **Livia Juncorum** *Latr.* Diese bis 3 Mm. lange Laus verwandelt die Triebe von **Juncus lamprocarpus** in große Blätterquasten, die bis 5 Cm. dick und bis 8 Cm. lang werden und zwischen deren Blättern man die Larven und geflügelten Thiere zahlreich findet. Diese Mißbildung ist beschrieben worden von Buchenau[4]), der sie in mannigfaltigen Formen auf Borkum beobachtete; in der Dresdener Gegend habe ich sie ebenfalls in den stärksten Graden angetroffen. Entweder betrifft sie nur die Inflorescenz, oder häufig auch vegetative Seitentriebe, oder den Haupttrieb. Die Veränderungen sind folgende: Jede Längsstreckung der Achsen unterbleibt, diese sind also gestaucht und die Blätter dicht zusammengedrängt. An den Laubblättern vergrößert sich der Scheidentheil ganz außerordentlich, er kann bis 5 Cm. lang werden, während die Lamina in allen Graden bis zur Verkümmerung kürzer wird. Dazu tritt reiche Sprossung: in der Achsel jeder Scheide bildet sich ein — Blätterquasten auf **Juncus.**

---

[1]) Vergl. H. Löw. Stettiner entom. Zeitg. 1847, pag. 344. Taf. I. Fig. 1.

[2]) Hallische Zeitsch. f. d. gesammt. Naturwiss. Bd. 46. pag. 446 und Bd. 49. pag. 378.

[3]) Stettiner entomol. Zeitg. 1861, pag. 422.

[4]) Abhandl. des naturw. Ver. Bremen. 1870. II. pag. 390.

neuer gestauchter, quastenförmiger Sproß mit ebensolchen Blättern. Man findet alle Uebergänge von dem extremen Falle, wo der ganze vegetative Sproß metamorphosirt ist und die Quaste unmittelbar über der Erde oder auf einem nur wenige Cm. hohen Halme steht, bis zu dem Falle, wo die Deformation sich auf die Inflorescenz beschränkt und der normale Halm unter dem Gewicht der auf seiner Spitze stehenden Quaste überhängt. Hier sind die Deckblätter in derselben Weise umgewandelt und vergrößert und bringen statt Blüten wieder solche mißgebildete Laubsprosse. Normale Blütenköpfchen und kranke Sprosse können in einer Inflorescenz vereinigt sein; und der schwächste Grad ist der, daß in einer normalen Inflorescenz nur ein einzelner Zweig oder ein einzelnes Köpfchen umgewandelt ist. Bei Juncus supinus fand Buchenau dabei auch halb umgewandelte Blüten, bei denen die Perigonblätter länger und breiter, die Genitalien verkrüppelt sind, oft auch Sprossungen in der Achsel der Perigonblätter und Durchwachsung der Blütenachse eintritt. Die Blätterquasten erhalten durch die mehr oder weniger starke Röthung der Blattscheiden oft bunte Färbung.

D. Pflanzenläuse oder Blattläuse, Aphidii.

Allgemeiner Character der Thiere und ihrer Wirkungen.

Die Blattläuse im weitesten Sinne, characterisirt durch die im entwickelten Zustande des Thieres vorhandenen vier gleichartigen, häutigen Flügel und den Mangel der Springfüße, sind echte Parasiten der Pflanzen, auf denen sie sich ständig aufhalten, nicht nur ihre Nahrung finden, sondern auch ihre Entwickelung durchlaufen. Sie stechen mit ihren Saugrüsseln die Pflanzentheile an und saugen an ihnen. Dadurch werden Veränderungen sehr mannigfaltiger Art hervorgebracht, in allen Abstufungen von einer auszehrenden, unmittelbar tödtenden Wirkung bis zu Hypertrophien, die den Character wirklicher Gallen haben.

Entwickelungsgang der Thiere.

Der Entwicklungsgang der Blattläuse zeigt, soweit er in dieser Familie bekannt ist, folgende übereinstimmende Züge. Im Frühjahre erscheinen zuerst flügellose Weibchen (Altmütter), welche lebendige Junge gebären oder Eier legen, aus denen in kurzer Zeit Junge auskommen. Dieses sind wieder sämmtlich ungeflügelte weibliche Thiere, welche nach kurzer Zeit parthenogenetisch (ohne Begattung) lebendige Junge gebären. Diese sogenannten Ammen können sich mehrere Generationen hindurch auf dieselbe Weise vermehren wobei oft auch geflügelte Ammen erscheinen, welche sich weiter verbreiten und anderwärts Ansiedelungen gründen. Von der letzten Generation dieser Ammen werden zweierlei Eier abgelegt, welche Geschlechtsdifferenz haben, d. h. aus welchen Männchen und Weibchen hervorgehen; dann erfolgt Begattung, und die Weibchen legen nun befruchtete Eier. Aus letzteren kommen entweder nach Ueberwinterung der Eier oder schon im Herbst die Altmütter, von denen im Frühjahr die Entwickelung ausgeht. Außerdem können, besonders in Zimmern und Gewächshäusern wol auch einzelne Ammen überwintern. Die Ueberwinterung der Thiere oder Eier geschieht in der Regel an verborgenen Stellen der während des Winters stehen bleibenden Theile der Nährpflanze oder in deren Nähe am Boden. In den letzten Jahren hat Lichtenstein in Montpellier bei einigen Aphiden einen eigenthümlichen Wechsel der Wirthspflanzen behauptet, welcher in einer gesetzmäßigen Beziehung zu ihren biolo-

gischen Verhältnissen stehen soll. Da die Sache auf die Krankheitsgeschichte der durch Aphiden veranlaßten Schäden Bezug haben würde, so mag sie hier kurz erwähnt sein. Die eichenbewohnenden Phylloxera-Arten sollen auf andere Eichenspecies auswandern, um dort ihre Entwickelung fortzusetzen[1]), insbesondere soll die Phylloxera quercus, die im Frühjahr auf den Blättern der Kermeseiche (Quercus coccinea) ihre parthenogenetischen Bruten erzeugt, Ende Mai als geflügeltes Insect auf Quercus pubescens auswandern, dort wieder parthenogenetisch ungeflügelte Bruten zeugen, deren letzte Generation im August geflügelt auf die Kermeseiche zurückkehrt, um hier die geschlechtliche Generation zu erzeugen, die sich hier begattet und die Wintereier ablegt. Ebenso soll die Phylloxera coccinea von Quercus pubescens auf die Kermeseiche auswandern, um dann wieder auf Q. pubescens zurückzukehren, und die auf Quercus ilex entstehende Phylloxera florentina begebe sich nach der Q. sessiliflora und von da wieder auf Q. ilex zurück. Thatsache ist nur, daß die verschiedenen Eichenarten mehrere Species von Phylloxera beherbergen, und daß die Zoologen betreffs der zum Theil unsicheren Unterscheidung dieser Formen keineswegs im Reinen sind. Für eine Auswanderung von einer Eichenart auf eine andere hat Lichtenstein keinen Beweis beigebracht. Fügen wir hinzu, daß die Phylloxera coccinea auf unseren deutschen Eichen in Nord- und Mitteldeutschland überall verbreitet ist, wo ihr jedenfalls die Sehnsucht nach den Kermeseichen ihrer südlichen Schwestern ungestillt bleibt, so genügt das, um die Gedankenlosigkeit und Uebereilung zu kennzeichnen, mit der hier eine durchaus unfertige Sache vorgebracht worden ist. Man wird daher auch die neueste Erzählung Lichtensteins[2]) mit Vorsicht aufzunehmen haben. Aploneura Lentisci, welche in den Gallen der Pistacia Lentiscus lebt, erzeugt im ersten Entwicklungszustande („Fondateur") die eben genannte Galle; später verlassen die geflügelten „Emigrants" ihre Geburtsstätte, um auf die Wurzeln von Gramineen (Bromus sterilis und Hordeum vulgare) überzugehen und hier ungeflügelte „Bourgeonnants" als dritte Larvenform zu erzeugen, aus denen eine mehr oder minder lange Reihe ungeflügelter Generationen hervorgeht, bis die geflügelten „Pupiféres" (vierter Larvenzustand) erscheinen, welche die Erde verlassen und wieder zum Lentiscus fliegen, wo aus ihren abgelegten Eiern die Männchen und Weibchen hervorgehen und letztere die befruchteten Eier legen. Vorläufig müssen wir daran festhalten, daß der genau untersuchte Entwicklungsgang anderer Aphiden, besonders der von Keßler bei Tetraneura Ulmi etc. (pag. 712) verfolgte, einen derartigen Wechsel der Wirthspflanzen nicht ergeben hat.

Die krankhaften Erscheinungen, welche die Blattläuse verursachen, sind Mehlthau, Honigthau und die Veränderungen der Pflanzentheile selbst, welche durch das Saugen der Thiere hervorgebracht werden.

Mehlthau.

Mehlthau, wol zu unterscheiden von dem aus Pilzen bestehenden (pag. 553) heißen die leeren Bälge, welche die Blattläuse bei ihren Häutungen zurücklassen und welche auf den grünen Theilen als eine mehlartige, weißliche Masse haften bleiben.

---

[1]) Notes pour servir á l'histoire des instcees du genre Phylloxera. Ann. de la Soc. entomol. Belg. T. XIX., sowie Stettiner entomol. Zeitg. 1877, pag. 71.

[2]) Compt. rend. 18. Nov. 1878.

Honigthau.

Mit dem Namen **Honigthau** bezeichnet man einen auf Blättern und anderen Pflanzentheilen vorkommenden glänzenden Ueberzug von einer klebrigen, süßlichen Flüssigkeit, welche von den Blattläusen aus den am Hinterleibe befindlichen Honigröhren abgesondert wird und sich auf den von den Thieren bewohnten Theilen und den darunter befindlichen Gegenständen, also besonders auf der nach oben gekehrten Oberseite der Blätter ansammelt. Seine Aehnlichkeit mit dem bisweilen von der Pflanze selbst krankhaft abgesondertem Honigthau wurde oben (pag. 346) hervorgehoben. Ein dicker Firniß von Honigthau auf den grünen Pflanzentheilen ist für diese wol nicht ohne Nachtheil; gewöhnlich dürfte freilich die schädliche Wirkung der Thiere selbst überwiegen. Daß der Honigthau die Ansiedelung gewisser parasitischer Pilze, besonders des Rußthaues begünstigt, wurde oben (pag. 572) erwähnt.

Veränderungen der Pflanzentheile durch Blattläuse.

Veränderungen der Pflanzen in Folge des Saugens der Blattläuse. Hinsichtlich ihres Auftretens an den Pflanzen haben wir zu unterscheiden zwischen denjenigen Aphiden, welche sogleich durch ihren Angriff eine bestimmte Galle erzeugen und daher fast immer nur im Innern einer solchen gefunden werden, und denjenigen, welche mehr frei an der Oberfläche der Pflanzentheile leben, unbestimmt und oft in großer Anzahl über dieselben verbreitet sind. Wenn diese letzteren vereinzelt oder in relativ geringer Anzahl an einem Pflanzentheile saugen, so tritt meist keine bemerkbare Abnormität an demselben ein. Aber oft vermehren sich diese Läuse so schnell, daß sie gewisse Stellen der Pflanze ganz bedecken. Dies geschieht seltener an vollständig ausgebildeten Stengeln und Blättern, meist an den jüngeren, zarten und saftigen Organen, besonders an den Spitzen der Triebe. Hier sitzen sie entweder an der Unterseite aller Blätter oder an den Blattstielen und zugleich an den Stengeln, beziehendlich am Blütenstande; nicht selten ist der Stengel bis zur Endknospe hinauf oder auch nur an den letzten Internodien unter der Knospe so vollständig mit Läusen garnirt, daß von ihm nichs mehr zu sehen ist. Wenn dies der Fall ist, sind immer ausgeprägt krankhafte Folgen wahrzunehmen, von denen wir folgende Arten unterscheiden können.

Gelbfleckigwerden der Blätter.

1. **Auszehrende Wirkungen.** Wenn Blätter erst im vollkommen erwachsenen Zustande befallen werden, so kann die Veränderung nur in einem **Gelbwerden** oder **Gelbfleckigwerden** bestehen, welches durch die ganze Dicke des Blattes hindurchgreift und von den am stärksten mit Läusen besetzten Punkten ausgeht. Dasselbe beruht auf einer Desorganisation der Chlorophyllkörner. Es endigt nach einiger Zeit mit einem Braunwerden und Vertrocknen der Blattstellen oder des ganzen Blattes. Mehr oder weniger können hiermit auch die unten zu erwähnenden Deformationen combinirt sein.

Verkümmern junger Theile.

An sehr jugendlichen Theilen kann, wenn sie stark mit Blattläusen besetzt sind, ein gänzliches Verkümmern eintreten; sie stocken in ihrer Weiterentwickelung und verderben. So wird das Wachsthum der Laubtriebe vieler Pflanzen, wenn diese an der Endknospe mit Blattläusen bedeckt sind, gehemmt; in jungen Blütentrauben des Rapses und Kohls vertrockenen die Blüten und Blütenknospen sammt den Stielen.

Gallen.

2. Deformationen. Gallen. Sehr häufig nehmen junge noch im Wachsthum begriffene Theile, wenn sie von Blattläusen bedeckt sind, durch verändertes Wachsthum eine abnorme Gestalt an. Am Stengel äußert sich dies in einem Kurzbleiben der Internodien; er bleibt zusammengestaucht. An mit Blattläusen besetzten Triebspitzen bleiben die obersten Internodien, die sich normal strecken müßten, so kurz, daß die obersten erwachsenen Blätter dicht übereinander stehen. In den Blütentrauben des Rapses und Kohles streckt sich die Hauptachse der Infloresceuz oft nicht, so daß die Blütenknospen auf einen Punkt zusammengedrängt bleiben, was durch das Kurzbleiben der Blütenstiele noch verstärkt werden kann; bisweilen sind es nur einige Blütenstiele, die sich aus dem Blütenhaufen hervorgestreckt haben. Wenn von solchen Blattläusen zugleich die Blätter während ihres Wachsthums befallen werden, so bekommen dieselben Krümmungen, Rollen, Falten oder buckelförmige Ausstülpungen, die sich in um so stärkerem Grade bilden, je mehr Blattläuse das Blatt angreifen. Diese Deformationen müssen schon als Gallen bezeichnet werden. Viele derjenigen Aphiden, welche schon von Anfang an innerhalb bestimmter Gallen leben, erzeugen ebenfalls Rollen oder Falten oder beutelförmige Ausstülpungen auf den Blättern. Wir müssen daher auch schon jene Blattmißbildungen, welche die ganze Triebe oder Blätter bedeckenden Blattläuse hervorrufen, mit unter die allgemeine Betrachtung der durch Aphiden überhaupt erzeugten Gallen bringen (pag. 710).

Gegenmittel.

Die Bekämpfung der blätterbewohnenden, nicht in eigentlichen Gallen lebenden Blattläuse wird durch die schnelle Vermehrung dieser Thiere erschwert. Wiederholtes Abbürsten oder Zerdrücken, welches ein sehr gutes Mittel ist gegen die frei an der Oberfläche sitzenden, läßt sich nur im kleinen Maßstabe durchführen. Bei größeren Culturen ist Bespritzen mit einer Abkochung von Tabak oder Wermuth von Erfolg. Oder man räuchert in den Gewächshäusern mit Tabak. Die abgefallenen Läuse müssen dann zusammengekehrt werden. Verunstaltete Triebspitzen, hinter deren Blättern die Läuse geschützt sind, müssen abgeschnitten werden. An Obstbäumen können die an den Zweigen befindlichen Eier durch Lehm- oder Kalkanstrich getödtet werden. Da sich auf viele Culturpflanzen die Blattläuse erst von den wildwachsenden Pflanzen aus verbreiten, so muß

man auch die mit Blattläusen stark besetzten Unkräuter zerstören und überhaupt die Culturen möglichst frei von Unkraut halten.

Vorkommen von Pflanzenläusen mit Ausnahme der streng gallenbewohnenden.

Die wichtigsten einheimischen Aphiden, welche die oben erwähnten Wirkungen an den Pflanzen hervorbringen, also mit Ausschluß der streng innerhalb eigentlicher Gallen im engeren Sinne lebenden, sind folgende:

Auf Getreide.

1. Aphis cerealis *Kalt.* (Siphonophora cerealis *Koch*), an den Rispen und Aehren des Getreides und anderer Gräser.

Auf Hafer.

2. Aphis Avenae *Fabr.*, an spiraliggerollten Blättern des Hafers und der Gerste (pag. 711).

Auf Lärchennadeln.

3. Chermes Laricis *Hartig.* An den einjährigen, seltener an den älteren Trieben der Lärche sitzen im Frühling in den Winkel der eben sich öffnenden Knospen die Weibchen mit ihren Eiern. Die auskommenden Jungen begeben sich auf die frischen Nadeln, an denen sie einzeln sich ansaugen und die sich an der Stelle des Stiches mehr oder weniger knieförmig biegt.[1]) Wie schon Ratzeburg[2]) angab werden solche Nadeln über dem Knie bleich, und es tritt bei massenhaftem Vorkommen eine Schwächung der Jahresringbildung mit vermehrter Harzbildung in der Rinde, bisweilen auch ein Wiederergrünen durch zahlreiche Ersatztriebe ein. Die Laus scheint in ganz Deutschland verbreitet zu sein.

Auf Birken.

4. Aphis oblonga *v. Heyd.* (Callipterus oblongus *Kalt.*) und (Glypina Betulae *Kalt.* (Vacuna Betulae *Kalt.*) an Zweigen, junger Birken, unter Krümmung der Triebe und Wölbung der Blätter.

Auf Nußbaum.

5. Callipterus Juglandis *Koch.* auf Juglans regia.

Auf Hopfen etc.

6. Aphis Humuli *Schrank*, auf Hopfen im Juni, auch auf den Blättern der Pflaumenbäume und des Schwarzdorns.

Auf Ulmen.

7. Schizoneura Ulmi *L.*, auf der Unterseite der Ulmenblätter an einer der beiden durch die Mittelrippe getrennten Blatthälften, welche sich umbiegt und eine blasig gewölbte, bleiche Rolle hervorbringt, ohne merkliche Verdickung der Blattmasse. Die Blattmasse zwischen den unter einander parallel gegen den Blattrand hin laufenden Hauptseitennerven ist wurstförmig aufgeblasen, und dem entsprechend im Innern der Rollen die Nerven kielartig vorspringend.

Phylloxera-Arten auf Eichen.

8. Die Eichen-Kolbenläuse (Phylloxera), ungefähr 1 Mm. große, rothe Läuse, auf den Blättern verschiedener Eichen, von denen mehrere, jedoch sehr ähnliche und jedenfalls noch nicht sicher begrenzte Arten unterschieden werden. In Deutschland kommt auf den einheimischen Eichen Phylloxera coccinea *v. Heyden*[3]) vor, welche auf der Unterseite der Blätter fest gesaugt lebt und unter sich einen runden, einen oder einige Millimeter großen, gelben Flecken in der Blattmasse, ohne sonstige Veränderung derselben veranlaßt. Die Flecken gehen durch das ganze Blatt hindurch, sind also auch oberseits sichtbar, und da oft eine große Anzahl Läuse auf dem Blatte zerstreut sitzt, so ist bisweilen die Vergelbung des Eichenlaubes schon Ende Juni bedeutend und namentlich für junge Hölzer schädlich. Jedes der ungeflügelten Thiere legt zahlreiche Eier, bisweilen in einem regelmäßigen Kreise um sich herum. Die auskriechenden Jungen vertheilen sich dann auf dem Blatte und erzeugen

---

[1]) Ratzeburg, Forstinsekten, III. pag. 197. Taf. XIII.
[2]) Waldverderbniß, II. pag. 64.
[3]) Museum Senkenb. T. II. pag. 289.

wieder gelbe Flecken. Im August findet man daselbst auch geflügelte Läuse. In Südeuropa lebt diese Laus auch auf Quercus pubescens. Ferner unterscheidet man[1]) eine Phylloxera Quercus *Boy. de Fonscol.*, die auf Quercus coccinea in Südeuropa lebt und dort dieselben Erscheinungen hervorbringt, eine Phylloxera florentina *Targ. Tozz.* auf Quercus ilex in Südeuropa, eine Phylloxera punctata *Licht.* auf Quercus fastigiata bei Biarritz und nördlich bis Paris, Phylloxera spinulosa *Targ. Tozz.* auf Quercus Cerris in Italien, &c.

Vacuna auf Eichen.

9. Vacuna dryophila *Schr.*, an den Zweigen und auch auf der Unterseite der Blätter junger Eichentriebe, diese bisweilen ganz bedeckend.

Auf Buchen.

10. Phyllaphis Fagi *Koch* (Lachnus Fagi *Burm.*), weißwollige Läuse auf der Unterseite der Buchenblätter, diese zusammenziehend.

Auf Weiden.

11. Aphis saliceti *Kalt.*, auf verschiedenen Salix-Arten. Chaetophorus Capreae *Koch* und Rhopalosiphum Capreae *Koch*, an Salix Caprea.

Auf Pappeln.

12. Thecabius populneus *Koch*, an der Unterseite des jungen Blattes von Populus nigra, welches sich nach der Länge der Mittelrippe so zusammenlegt, daß der Blattrand der einen und der anderen Seite zusammentreffen und zu einem Behälter sich schließen.

Auf Zitterpappeln.

13. Asiphum populi *F.*, an den Blattstielen der Populus tremula, wobei die Blätter sich einwärts krümmen und in dichten Büscheln übereinander liegen.

Auf Eschen.

14. Prociphilus bumeliae *Koch* (Aphis bumeliae *Schrank*, Pemphigus bumeliae *Burm.*), an den einjährigen Trieben der Esche im Frühlinge. Vielleicht ist damit Pemphigus Fraxini *H. Hartig* identisch. Die Blätter krümmen sich nach unten zusammen, der Trieb bleibt verkürzt und zeigt bisweilen Drehungen.

Auf Johannis- und Stachelbeersträuchern.

15. Aphis Ribis *L.* (Rhopalosiphum Ribis *Koch*), an den Johannisbeersträuchern; sowie Aphis Grossulariae *Kalt.* an den Johannisbeer- und Stachelbeersträuchern (pag. 710).

Auf Viburnum.

16. Aphis Viburni *Scop.* an Viburnum opulus (pag. 710.).

Auf Mohn und andern Kräutern.

17. Aphis Papaveris *Fabr.*, auf Papaver somniferum, jedoch auch auf vielen anderen Kräutern, wie Papaver rhoeas, Capsella, Chenopodium, Atriplex, Hypericum, Galium Aparine, Chrysanthemum, Matricaria. Cirsium, Senecio, Scorzonera, Lactuca, Aegopodium, Anthriscus, Aethusa, Phaseolus, Vicia Faba.

Auf Kohl etc.

18. Aphis Brassicae *L.*, auf Kohl und anderen Cruciferen, (pag. 707).

Auf Pelargonien.

19. Siphonophora Pelargonii *Kalt.*, auf den Pelargonien in den Zimmern und Treibhäusern.

Auf Apfelbäumen.

20. Aphis Mali *Fabr.* und Aphis Pyri *Boyer de Fonsc.*, auf Apfelbäumen.

Auf Weißdorn und Birnbaum.

21. Aphis Oxyacanthae *Koch*, auf Weißdorn und Birnbaum in Blattblasen (pag. 711).

Auf Sorbus.

22. Aphis Sorbi *Kalt.*, auf Sorbus Aucuparia unter zusammengezogenen Blättern (pag. 711).

Auf Erdbeeren.

23. Siphonophora Fragariae *Koch*, auf Erdbeeren.

Auf Brombeer- und Himbeersträuchern.

24. Siphonophora Rubi *Koch*, auf Brombeer- und Himbeersträuchern (pag. 711).

---

[1]) Vergl. Lichtenstein, Cmpt. rend. T. LXXIX. pag. 778, und Ann. de la soc. entomol. Belge. T. XIX., sowie Targioni Tozzetti, Della Malattia del Pidocchio etc. Rom 1875.

Auf Rosen.

25. Aphis Rosae *L.* (Siphonophora Rosae *Koch*), auf den Rosen-Arten.

Auf Pflaumenbäumen.

26. Aphis Pruni *Fabr.*, (Hyalopterus Pruni *Koch*, auf den Blättern der Pflaumenbäume.

Auf Pfirsichbäumen.

27. Aphis Persicae *Kalt.*, auf Pfirsichbäumen.

Auf Erbsen etc.

28. Aphis ulmariae *Schrank* (Aphis Pisi *Kalt.*), auf Erbsen, außerdem auf Trifolium, Lotus, Ononis, Spartium, Colutea, Geum, Spiraea ulmaria, Epilobium, Capsella etc.

Auf Vicia etc.

29. Aphis Viciae *Kalt.*, auf Vicia sativa, V. sepium, V. angustifolia, V. Faba, auf Lathyrus etc.

Blattlaus-Gallen.

Arten der Blattlaus-Gallen.

Die Aphiden zeichnen sich durch eine große Mannigfaltigkeit der Gallenbildungen aus. Wir können hier unterscheiden: 1. Krümmungen, Falten und Rollen der Blätter; 2. Beutel- und Blasengallen der Blätter. 3. Triebspitzendeformationen. 4. Krebsartige Gallen der Stämme und Zweige der Holzpflanzen. 5. Wurzelgallen. Die Galle scheint immer durch den Stich der Altmütter erzeugt zu werden, worauf entweder diese selbst in die Galle sich begeben um dort ihren Nachkommen das Dasein zu geben, oder die letzteren allein, nachdem sie außerhalb der Galle entstanden, in diese einwandern. Die entwickelten, oft geflügelten Parasiten verlassen endlich die Galle wieder, worauf die Brut für das nächste Jahr erzeugt wird.

I. Krümmungen, Rollen und Falten der Blätter.

Natur dieser Gallen.

Mit Blattläusen bedeckte Blätter erleiden gewöhnlich ein ungleiches Wachsthum der beiden Seiten; die eine dehnt sich stärker als die andere, und die Folge ist die Entstehung einer Krümmung, einer Rolle oder einer Falte. Ausnahmslos ist die von den Parasiten besetzte Blattseite diejenige, welche schwächer wächst und also concav wird. Die Thiere kommen dadurch ins Innere der sich bildenden Cavitäten zu stehen, wo sie mehr geschützt sind, als auf einer offenen Blattfläche.

Verschiedenheit bei den einzelnen Pflanzen.

In den meisten Fällen sitzen die Läuse auf der Unterseite der Blattfläche. Die Krümmungen finden also so statt, daß diese Seite concav wird. Einfache Blätter krümmen sich oft in der ganzen Ausdehnung der Mittelrippe, von der Basis bis zur Spitze nach unten zusammen, in einem Bogen bis zu einem vollen Kreise. Zugleich schlägt sich die Blattfläche oft auch von den Rändern aus nach unten, so daß die Unterseiten ganz verdeckt werden und das Blatt sich so zusammenziehen kann, daß die Triebe ein völlig verändertes Aussehen bekommen (z. B. am Kirschbaum, an Spiraea salicina etc.). Manchmal rollt sich nur der Blattrand nach unten. Sehr häufig stülpen sich die mitten in der Blattfläche mit Läusen besetzten Stellen als eine Falte oder ein Buckel nach oben aus, wodurch das Blatt höckerig uneben oder aufgeblasen wird; in den von der Unterseite gebildeten Höhlungen leben die Läuse (z. B. an den Johannisbeersträuchern und an Viburnum Opulus). Diese Aufwölbung der Blattfläche bildet sich vorzüglich zwischen den stärkeren Rippen des Blattes. Sie

kann auch mit den vorerwähnten Krümmungen combinirt sein. Bei den zusammengesetzten Blättern werden die einzelnen Blättchen in der gleichen Weise afficirt. Dieselben sind daher bei gefiederten Blättern rückwärts um die Blattspindel geschlagen; letztere kann zugleich von ihrer Spitze aus nach unten eingekrümmt sein, so daß das Blatt ganz zusammengekräuselt wird (z. B. an **Sorbus Aucuparia** und an **Fraxinus excelsior**). Bei handförmig zusammengesetzten Blättern können die Blättchen an ihrer Basis durch eine scharfe Krümmung an dem Hauptblattstiele sich herabschlagen (z. B. bei Himbeer- und Brombeersträuchern). Daß die Richtung der Krümmung durch die von den Blattläusen besetzte Blattseite bestimmt wird, zeigt sich deutlich in den Fällen, wo dieses die morphologische Oberseite ist, die dann auch umgekehrt wie sonst concav wird. So rollen sich die Blätter von Atriplex latifolia, wenn jenes der Fall ist, oberseits zusammen. Hierher gehören auch die Blattrollen, welche die Aphis Avenae an Weizen, Gerste und Hafer erzeugt: Die ganze Blattfläche ist unter Concavwerden der Oberseite zu einer langen, dütenförmigen Rolle von bis zu 10 und mehr Spiralwindungen zusammen gedreht.

Anatomische Veränderungen.

Die Beschaffenheit der Gewebe des Blattes bleibt bei diesen Krümmungen entweder normal, oder zweitens es tritt zwar auch keine Verdickung der Blattfläche, aber eine andere Beschaffenheit der Zellen ein, indem namentlich kein Pallisadengewebe an der Oberseite sich differenzirt, sondern das Mesophyll ein gleichförmiges, chlorophyllarmes, aus polyedrischen Zellen bestehendes Gewebe darstellt (so bei den nach oben eingerollten Blättern von Atriplex latifolia), oder endlich das Mesophyll erleidet eine wahre Hypertrophie, seine Zellen vermehren und vergrößern sich, wodurch eine Zunahme der Dicke des Blattes bewirkt wird. Dies ist z. B. der Fall bei den großen blasenförmigen Wölbungen, welche die Aphis Crataegi *Kalt.* an den Blättern von Crataegus hervorbringt. Die Mesophyllzellen sind zu großen isodiametrischen, mit geröthetem Zellsaft erfüllten Zellen erweitert. Die Epidermis der concaven Unterseite dehnt sich gewöhnlich so stark, daß sie sich faltig abhebt; aber oft suchen auch die angrenzenden Mesophyllzellen mit ihr in Zusammenhang zu bleiben und wachsen daher in lange Schläuche aus, so daß ein schwammig aufgedunsenes Gewebe gebildet wird. Diese Schläuche enthalten zum Theil einen großen Krystall von Kalkoxalat und sind auch auf der Außenseite der Zellwand oft reichlich mit kleinen Krystallkörnchen besetzt.

II. Blasen- und Beutelgallen.

Entstehung und Beschaffenheit dieser Gallen.

Manche Blattläuse saugen sich einzeln an ganz jungen Blättern an, und die Folge ist, daß diese engbegrenzten Stellen allein eine excessive Ausdehnung in der Richtung der Blattfläche erleiden, wodurch sie sich an der gegenüberliegenden Blattseite ausstülpen und zu Beuteln oder Blasen heranwachsen, welche auf der sonst unveränderten Blattfläche aufsitzen und wiederum in der Concavität, also in dem abgeschlossenen Innenraume, der nur von der Unterseite einen engen Eingang hat, die Blattläuse und ihre Brut beherbergen, oft zugleich mit einer Menge weißen Puders, leerer Häute und bestäubter Flüssigkeitströpfchen (Secret der Blattläuse). Im Speciellen zeigen diese Blasen- und Beutelgallen wieder Verschiedenheiten, und auch das ist nicht allgemein zutreffend, daß sie auf einer im übrigen

normal gebildeten Blattfläche sitzen; denn wenn ein Blatt in sehr früher Entwicklungsperiode, also bei sehr geringer Größe afficirt wird, so kann der größte Theil desselben in die Gallenbildung hineingezogen werden. Eine scharfe Grenze gegen die im vorigen Absatz besprochenen Blattdeformationen giebt es daher nicht. Hierher gehören besonders folgende Aphiden.

Tetraneura Ulmi in Beutelgallen der Rüsternblätter.

1. **Tetraneura Ulmi** *L.* Rüstergallenlaus. Dieselbe erzeugt an der Oberseite der Blätter der Rüstern aufrecht stehende, bis bohnengroße, meist dunkelrothe, kahle oder schwach behaarte Gallen von unregelmäßig ei- bis keulenförmiger, oft etwas gekrümmter Gestalt. Diese beutelförmigen Ausstülpungen der Blattfläche haben auf der Unterseite des Blattes ihren Eingang, welcher als eine mit weißem Haarfilz bedeckte Vertiefung kenntlich ist. Der untere Theil ist stielförmig verdünnt, die Höhlung hier zu einem Kanal verengt, der durch Haarfilz verstopft ist. Im Inneren des hohlen Beutels leben die Läuse. Die Wand der Galle ist im Vergleich mit der normalen Blattfläche abnorm verdickt und von ziemlich fester, fleischiger Beschaffenheit; die Zellenschichten des Mesophylls sind vermehrt und bestehen aus gleichartigen, ziemlich isodiametrischen, chlorophyllarmen Zellen, deren Saft gewöhnlich gleich dem der Epidermis der Galle geröthet ist. Fibrovasalstränge verlaufen im Gewebe zahlreich in allen Richtungen der Oberfläche und mit einander anastomosirend. Die Epidermis der Innenseite der Galle, die der spaltöffnungsreichen Epidermis der unteren Blattseite entspricht, ist gänzlich ohne Spaltöffnungen. Später springen die Gallen an irgend einer Stelle, nahe der Spitze oder nahe der Basis, mit einer Spalte klaffend auf, wobei augenscheinlich Gewebespannungen des sehr turgescenten Gewebes eine Rolle spielen. Die Gallen stehen seltener vereinzelt auf einem Blatte und haben dann auf dieses keinen merkbar schädlichen Einfluß. Sehr oft ist das Blatt mit vielen Gallen beinahe ganz bedeckt. Dann kann auch die ganze Blattmasse außer den Gallen stärker verdickt sein, stellenweise fast knorpelig brüchig und dabei wol auch gekräuselt. Bilden sich schon am ganz jungen Blatt sehr viel Gallen, so bleibt dieses in seinem Wachsthum so beschränkt, daß nur wenige Gallen auf ihm Platz haben, also eine wirkliche Blattverderbniß eintritt. An manchen Zweigen sind alle Triebe fast an jedem Blatte mit Gallen beladen. Die starke Massenproduction dieser Auswüchse bewirkt, daß solche Zweige von ihrer Last niedergezogen werden, ein Beweis, daß hier eine Hypertrophie und ein localer Substanzverlust vorliegt. Den ersten Anfang fand ich bald nach dem Ausschlagen der Knospe als etwas gelblich grüne, mehr oder minder röthliche Flecken, die an beiden Seiten des Blattes sichtbar sind und sich über mehrere Adermaschen erstrecken. Schon in dieser Periode beginnt die Verdickung der Blattmasse, indem hier die Mesophyllzellen sich theilen, wobei sie weniger Chlorophyll bilden und oft ihren Zellsaft röthen. Dann tritt das stärkere intercalare Flächenwachsthum ein, wodurch die Blattstelle sich zu vertiefen beginnt, und zugleich stärkere Haarbildung an der Unterseite in der vertieften Stelle. Die Aussackung steigert sich nun immer mehr, wobei zunächst noch die ganze innere Fläche in der Haarbildung fortfährt. Beim weiteren Wachsthum läßt die Basis in der Ausdehnung nach und bildet den engen, stielförmigen Eingang, der obere Theil dehnt sich nach allen Richtungen stärker aus und wird zum sackförmigen Hauptkörper der Galle. Daß das Wachsthum nach abwärts abnimmt, läßt sich daraus erschließen, daß in der wachsenden Galle die Haare auf der Innenwand nach oben hin immer spär-

licher werden und über der Mitte der Seitenwände aufhören. Zugleich mit dem Flächenwachsthum nimmt auch die Dicke der Gallenwand noch etwas zu. In ganz jungen Gallen findet man die Blattläuse oft noch nicht, in den weiter ausgebildeten ausnahmslos. Auch später, im Juli wenn die meisten Gallen ausgebildet und bevölkert sind, trifft man nicht selten alle Stadien zurückgebliebener Gallen, von schwach concaven, bleichgefärbten Stellen an, worin keine Thiere sich befinden. Auch junge Gallen, in denen die Insecten gestorben sind, entwickeln sich nicht weiter. Hieraus scheint hervorzugehen, daß zur ersten Bildung der Galle eine vorübergehendr Action (wahrscheinlich Saugen) genügt, daß aber zur vollständigen Ausbildung der Galle die dauernde Anwesenheit der Läuse erforderlich ist. Vielleicht kann daher ein Individuum Veranlassung zur Bildung mehrerer Gallen geben, von denen erst später welche zu Wohnplätzen ausgewählt werden. Keßler[1]), dessen Abhandlung mir erst nach Abschluß meiner Untersuchung zu Gesicht kam, faßt die Sache anders auf; er glaubt, daß wenn durch Störung der Vegetation das Wachsthum der Gallen unterbrochen wird, die Thiere die Galle verlassen, was mir mit den Thatsachen nicht übereinzustimmen scheint.

Ueber die Lebensweise der Rüstergallenlaus verdanken wir Keßler (l. c.) Aufklärung. Die schwarzen, ungeflügelten, 1 Mm. großen Thiere finden sich im Frühjahr schon an den anschwellenden Knospen ein und begeben sich an die jungen Blätter, wo sie die Gallen hervorrufen. In letzteren häuten sie sich, nehmen weiße, dann graugrüne Farbe an, bekommen staubartigen Flaum auf dem Hinterleibe und werden über 2 Mm. lang. Dann bringen sie Junge zur Welt, die sich ebenfalls häuten und nach der letzten Häutung Flügel bekommen. Die geflügelten verlassen durch die entstandene Oeffnung die Galle nach etwa 2 Monaten. Die verlassenen Gallen vertrocknen allmählich. Die geflügelten Auswanderer bringen wieder ungeflügelte Junge zur Welt (ob in Folge von Befruchtung?). Diese sind es, welche im Frühjahre sich nach den Knospen begeben. Aus den verschiedenen Erfolgen, welche die Anlegung von Theerringen an der Basis und in verschiedenen Höhen des Stammes ergab, ist zu schließen, daß die Thiere nicht an den jüngeren Aesten und Zweigen, sondern zwischen den rissigen Rindetheilen des Stammes und älterer Aeste überwintern, wo sie auch thatsächlich von Keßler im Winter gefunden wurden. Zur Bekämpfung ist also Abkratzen, Abbürsten oder Bestreichen der älteren Rindetheile mit Kalk- oder Gaswasser räthlich.

T. alba in Beutelgallen der Rüsternblätter.

2. **Tetraneura alba** *Ratzb.* (**Schizoneura compressa** *Koch*) bringt ebenfalls an den Blättern der Rüster Beutelgallen hervor, die aber am Grunde des Blattes an der Mittelrippe stehen, wobei diese selbst mit in die Bildung hineingezogen oder wenigstens gekrümmt und verdickt wird. Die Gallen sind bis $1^1/_2$ Cm. im Durchmesser, von unbestimmter Form, mit breiter Basis sitzend, sehr dickwandig, filzig behaart, grünlich oder röthlich. Der Eingang an der Blattunterseite scheint später durch die Verdickung seiner wulstigen Ränder verschlossen zu werden. Die Galle springt zuletzt in großen Spalten und Lappen auf. Die Lebensweise und Entwickelung der Thiere ist nach Keßler (l. c.) dieselbe wie die der vorigen Art.

Blasengallen auf Pappeln.

3. **Pemphigus bursarius** *L.* lebt an den Blättern von **Populus nigra** und **dilatata** in einer neben der Mittelrippe liegenden großen, länglichen,

---

[1]) Lebensgeschichte der auf **Ulmus campestris** vorkommenden Aphiden-Arten 2c. Jahresber. des Ver. f. Naturk. Kassel 1878.

rothgefärbten Blase. Letztere hat ihren spaltenförmigen, durch lippenförmige Ränder geschlossenen Eingang an der Unterseite des Blattes. Die Galle entsteht im Frühling, gleich nach dem Austritt des Blattes aus der Knospe, als eine Falte. Die Blattmasse ist an dieser Stelle durch Vermehrung der Zellenschichten stark verdickt, nämlich um das Drei- bis Vierfache der normalen Blattdicke, und von fleischig-saftiger, fast knorpeliger Beschaffenheit; die normale Structur des Mesophylls ist verschwunden, das ganze Parenchym besteht aus rundlichen, chlorophyllarmen Zellen und wird von Gefäßbündeln durchzogen. Die Epidermis der Innenseite (morphologische Unterseite) ist spaltöffnungslos und mit kurzen, mehrzelligen Haaren besetzt.

Auf Silberpappeln.

4. **Pachypappa vesicalis** *Koch*[1]) erzeugt an den Blättern der Silberpappel bis wallnußgroße, gelbbraune Blasen.

Gewundene Blattstiele der Pappeln.

5. Pemphigus affinis *Kalt.* bewirkt an den Blattstielen von Populus nigra und dilatata pfropfzieher- oder lockenförmig gewundene Verdickungen, welche die Größe einer kleinen Kirsche erreichen. Sie bilden sich indem der Blattstiel an der betreffenden Stelle bandartig sich verbreitert, zugleich in seiner Masse fleischig sich verdickt und ungefähr zwei Spiralwindungen beschreibt, wobei die Ränder sich dicht aneinander legen, ohne jedoch zu verwachsen, so daß man die Locke öffnen kann. Im Innenraum befinden sich die weißflaumigen Läuse. Das Blatt wird dadurch zunächst nicht merklich afficirt; es bleibt bis gegen den Herbst hin am Zweige; dann lockern sich die Windungen der roth gewordenen Galle etwas, um die inzwischen entstandenen geflügelten Thierchen frei zu lassen, und nun scheinen die Blätter etwas zeitiger als die gesunden abzufallen, wenigstens wirft der Baum immer viel solche Blätter ab.

Gallen der Pistacia-Arten.

6. Aphidengallen der Pistacia-Arten[2]). Mehrere Pemphigus-Arten erzeugen auf den Blättern von Pistacia Terebinthus im Orient verschiedene Gallen. Die eine (P. Pistaciae *L.*,) ist der Urheber der wegen ihres reichen Gehaltes an Gerbstoffen und Balsam officinellen und unter dem Namen Terpenthingalläpfel oder Carobe di Giuda in den Handel kommenden Gallen, welche hülsenförmig zusammengefaltete verdickte Blätter darstellen. Andere bewirken nur Umrollung des Blattrandes nach oben, (P. pallidus *Derbès*) oder nach unten (P. retroflexus *Courch.*) — Eine verwandte Laus Aploneura Lentisci *Passer.* bringt an den Blättern von Pistacia Lentiscus den Terpenthingalläpfeln ähnliche hülsenförmige Gallen hervor. Von Pistacia vera kommen die wegen ihres Gehaltes an Gerbstoff officinellen Bokhara-Gallen, welche länglich oder eiförmig glatt, dünnwandig sind und eine geräumige Höhlung einschließen[3]).

Gallen der Carya-Arten.

7. Aphidengallen der Carya-Arten. Auf den Blättern der nordamerikanischen Hickorybäume kommen nach Osten-Sacken[4]) mehrere nicht genau beschriebene Gallen zweifelhaft bestimmter Pemphigus-Arten vor, nämlich rundliche oder ovale, bis 13 Mm. lange an der Mittelrippe, zweitens eine unterseits behaarte, oberseits taschenförmig sich öffnende Verdickung der Blattnerven, drittens zwiebelförmige Gallen, welche die Blätter an beiden Seiten

---

[1]) Die Pflanzenläuse, pag. 273.

[2]) Vergl. Courchet, Etude sur la groupe des Aphides. Montpellier 1878.

[3]) Vergl. Vogl in Lotos 1875, pag. 135.

[4]) Stettiner entomol. Zeitg. 1861. pag. 421.

oder nur an der Unterseite überragen, oben convex oder flach, unten zugespitzt sind, ferner hahnenspornförmige Gallen, denen auch an der gegenüberliegenden Seite ein ähnlicher Auswuchs entspricht, endlich kleine, conische, oben sich öffnende Gallen an der Oberseite der Blätter (**Phylloxera caryaefolia** *Fitch?*).

Auf Hamamelis.

8. An **Hamamelis virginica** in Nordamerika erzeugt nach Osten-Sacken (l. c.) eine Laus (**Hormaphis Hamamelidis**) länglich kegelförmige Gallen auf der Oberseite der Blätter.

Auf Rhus glabra.

9. **Rhus glabra** in Nordamerika zeigt nach Osten-Sacken (l. c.) nicht selten schlauch- oder birnförmige, bis 26 Mm. lange Gallen, welche an der Unterseite der Blätter längs der Mittelrippe stehen.

Blasengallen der Rüstern.

10. **Schizoneura lanuginosa** *Hartig*, häufig auf unseren einheimischen Rüstern, bringt an den Zweigen blasenförmige, unregelmäßig höckerig gewölbte und gefurchte, fein sammethaarige, blasse oder röthliche Gallen hervor, die nur an strauchförmigen Ulmen und an den unteren Aesten der Bäume vorzukommen scheinen. Diese Gallen, welche bis 5 Cm. Durchmesser erreichen, sind die höchsten Leistungen eines Blattes in der Erzeugung eines blasenförmigen Organs durch Ausstülpung. Wenn das Blatt noch ziemlich klein ist, bekommt es in der Nähe seiner Basis neben der Mittelrippe eine Ausstülpung, deren Concavität an der Unterseite liegt und die sich schon frühzeitig mit sammetartiger Behaarung bedeckt. Durch excessives Wachsthum vergrößert sie sich rasch und nimmt eine Größe an, die das Blatt, um das Mehrfache übertrifft. Denn letzteres vergrößert sich dann nicht weiter. An der Basis der Blase findet sich oft noch dieses klein gebliebene Blatt, gewöhnlich zurückgeschlagen, indem die Mittelrippe nahe der Gallenbasis rückwärts gekrümmt ist. Oft verkümmert es aber gänzlich und die Galle steht mittelst des kurzen, ebenfalls verdickten Blattstieles an der Seite des Zweiges oder sitzt demselben unmittelbar an, wenn der kurze Stiel mit in die Gallenbildung hineingezogen ist. Fast immer erstreckt sich der Einfluß auch auf das nächste Internodium des Zweiges, indem dieses sich mehr oder weniger verdickt, oft ebenfalls mit Haarfilz bedeckt und auffallend kurz bleibt, so daß das nächste Blatt nahe neben dem andern steht. Oft ist auch dieses und selbst mehrere aufeinander folgende in Gallen umgewandelt, und dann stehen mehrere solcher Blasen dicht beisammen. Bei sehr frühzeitiger Infection können wol auch mehrere solcher Gallen an ihrer Basis verschmelzen, wobei der junge Sproß das Bindeglied zwischen den einzelnen Theilen darstellt, wie Keßler (l. c.) diese Gallen beschreibt; nur darf das nicht als der regelmäßige Fall betrachtet werden. Das intercalare Flächenwachsthum der Gallenwand schreitet auch hier im Scheiteltheile am ausgiebigsten fort, nimmt nach der Basis hin ab, so daß die Blase im Ganzen etwa die Form einer Feige annimmt; später erweitert sie sich nach oben immer unregelmäßiger, indem hier und da Punkte stärkeren Wachsthums liegen, die wieder secundäre Aussackungen bedingen; in solchen sitzen inwendig die Läuse besonders zahlreich. Die zur Gallenwand verwandelte Blattfläche nimmt eine veränderte Organisation an. Zwar ist die Blattmasse nicht merklich dicker; aber das Gewebe ist gleichförmiger parenchymatisch, ohne die characteristische Bildung des Pallisadengewebes; Gefäßbündel durchziehen es wie in einer Blattfläche anastomosirend. Eigenthümlich ist, daß in der Epidermis der Außenseite Spaltöffnungen vorkommen, die der normalen Oberseite des Blattes fehlen, und daß auch auf der Innenseite Spaltöffnungen sich befinden, aber viel sporadischer als auf der normalen Unterseite. Später bekommt die Gallenwand durch unregelmäßiges Aufspringen Oeffnungen, durch welche

die Thiere auswandern. Die Gallen bleiben aber auch im Winter an den Zweigen sitzen; sie haben dann trockene, braune Beschaffenheit. Wie schon Ratzeburg[1]) erwähnt, wird der Zweig an der Verdickung, die er an der Ansatzstelle der Galle erleidet, oft knieförmig zur Seite gebogen; noch häufiger wird er über dieser Stelle sehr kümmerlich entwickelt und bricht ab, so daß im nächsten Jahre neue Zweige unterhalb der Galle getrieben werden, also Verzweigungsfehler die Folge sind. Nach Keßler (l. c.) gilt hinsichtlich der Entwicklung, der Lebensweise und des Winteraufenthaltes die Thiere, und somit auch hinsichtlich der Bekämpfung dasselbe, was oben betreffs der Tetraneura Ulmi gesagt wurde. Abschneiden der stark mit Gallen besetzten Triebe im Sommer dürfte von Erfolg sein.

Auf Eichen.

11. Acanthochermes Quercus *Kollar* lebt in Oesterreich und Frankreich auf der Unterseite der Eichenblätter, wo die Stelle, an welcher das Thier fest angesaugt sitzt, eine kreisrunde Vertiefung bekommt, welche an der entgegengesetzten Seite als linsenförmig erhabene, glatte Galle vorspringt. Die ungeflügelte Nymphe begiebt sich in die Risse der Rinde und legt hier Eier, aus denen die geschlechtlichen Läuse kommen[2]).

13. Zu den Beutelgallen auf Blättern gehören auch die der Reblaus am Weinstock, worüber unten (pag. 723) näheres zu finden ist.

III. Triebspitzendeformationen.

Einige Aphiden befallen die Endknospen der Stengel und Zweige und verursachen, daß dieselben statt zu normalen Trieben auszuwachsen, sich in ein Gallengebilde verwandeln, woran die Blätter und die Achse zugleich betheiligt sind und gewissermaßen zusammen eine einzige Galle bilden, in Form einer ananasähnlichen Bildung oder eines Blätterschopfes.

Ananasförmige Gallen der Fichtenrindenlaus.

1. Chermes abietis *L.* Fichtenrindenlaus. Die Triebe der Fichte werden durch dieses Thier zu ananas- oder erdbeerähnlichen, zapfenartigen Gallen (Fig. 133. A.) umgewandelt. Jede Nadel verbreitert sich über ihrer Basis rings um zu einer fleischigen Schuppe, und die einzelnen Schuppen berühren sich mit ihren Rändern, dadurch kleine Höhlungen zwischen sich und der ebenfalls fleischig werdenden und verkürzt bleibenden Achse des Triebes bildend, worin die Insecten wohnen. Jede Schuppe ist daher ein ungefähr viereckiges Schild, welches zwei Seiten nach oben, zwei Seiten nach unten hat und auf seiner Mitte den unveränderten Theil der Nadel trägt. Dieser ist entweder die ganze normale obere Hälfte der grünen Nadel oder nur eine kurze, kaum noch Nadel zu nennende Spitze. Dies hängt ab von der späteren oder früheren Befallung und von dem langsameren oder schnelleren Fortschritt der Gallenbildung während des Ausschlagens der Knospe. Darnach richtet es sich auch, ob an der Spitze der Galle der Trieb als benadelter Sproß durchwächst, oder ob er als ein kleiner Schopf normal gebildeter Nadeln in seiner Entwickelung stehen bleibt, oder ob gar nichts von ihm zu sehen ist, indem auch die obersten Nadeln mit in die Gallenbildung hineingezogen sind. Nicht

[1]) Waldverderbniß II. pag. 262. Taf. 46.

[2]) Sitzungsber. d. Akadem. d. Wiss. Wien 1848, pag. 78. — Vergl. auch Lichtenstein Compt. rend. 1876. pag. 1318.

selten ist die Galle einseitig, indem die eine Längshälfte des Triebes nicht verdickt ist und normal gebildete Nadeln trägt oder dieses nur in einem schmalen Streifen der Fall ist, der dann in einer Furche liegt, oberhalb deren der Trieb sich wieder normal fortsetzt, wobei er jedoch meist eine Krümmung gegen die verdickte Seite hin macht, weil die stärkere Streckung, die er sogleich oberhalb der Galle wieder anzunehmen sucht, dort durch die letzten zur Galle gehörigen Internodien einseitig gehemmt wird. Im Frühling sind die Zäpfchen violett oder purpurroth, fleischig-saftig, sehr harzreich, völlig geschlossen; sie wachsen bis zu 2 Cm. Querdurchmesser heran. Später werden sie hart, holzig, braun, und die Schilder öffnen sich über jeder Nadel lippenförmig, um die ausgebildeten Thiere frei zu lassen. Wiewol auch ältere Bäume nicht verschont werden, so sind doch 10- bis 20 jährige Fichten dem Angriffe am meisten ausgesetzt; diese sind bisweilen über und über mit den Zäpfchen bedeckt. Der Wuchs des Baumes kann dadurch bemerklich zurückgesetzt werden. Denn wenn durch die Galle die Knospe unterdrückt wird, sind Verzweigungsfehler die Folge. Auch brechen die Gallen im Winter leicht ab, wodurch die Zweige verstümmelt werden und leicht einfaulen. Wenn der Weiterwuchs des Triebes nicht gehindert ist, so bleibt doch die Krummwüchsigkeit desselben noch Jahre lang sichtbar, und gar oft werden solche Zweige nach einiger Zeit zu Dürrspießen[1]). Schon Ratzeburg[2]) vermuthete, daß bei der Gallenerzeugung unmöglich jedes einzelne Nadelrudiment von den Saugborsten getroffen werden könne, sondern „daß das Thier gewisse Gefäßbündel ansticht, und eine abnorme Vertheilung der hinzuströmenden Säfte verursacht wird“. Ich habe die Entwickelung der Gallen verfolgt und Nachstehendes gefunden. Schon im ersten Frühlinge, wo die Winterknospe noch völlig und fest von

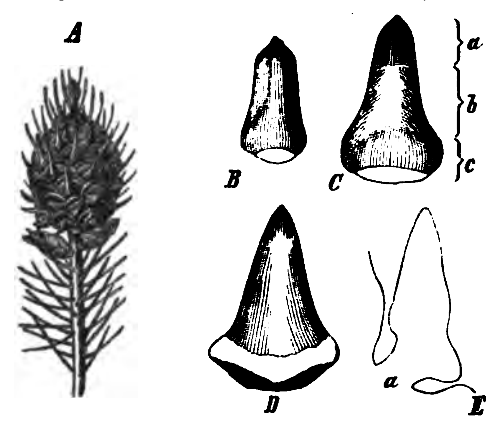


Fig. 133.

Ananasförmige Galle der Chermes Abietis an der Fichte in natürlicher Größe (A). B erster Anfang der Deformation der jungen Nadel durch abnormes Wachsthum an der Basis. C etwas späterer Zustand, a die grüne normale Spitze der Nadel, b der bleiche Theil, c die ebenfalls bleiche, durch Auswachsen in eine krempenförmige Anschwellung von b sich abgrenzende Basis der Nadel. D die kranke Nadel in weiterer Ausbildung der einzelnen Theile. E Durchschnittsprofil der Nadel im Zustande von D, um die Wachsthumsrichtungen des Nadelkörpers über seiner Basis a zu zeigen.

---

[1]) Vergl. Ratzeburg, Forstinsekten III. pag. 199 und Waldverderbniß, I. pag. 257. Taf. 28.

[2]) Forstinsekten, III. pag. 197.

den Knospenschuppen umschlossen ist, saugt sich die Altmutter unmittelbar auf der Basis der untersten Knospenschuppen an, wächst zu bedeutender Größe heran und legt die Eier in Haufen neben sich ab. Bereits in dieser Zeit, wo außer der Altmutter und den Eiern nichts, und auch in der vollständig geschlossenen Knospe überhaupt nichts Animalisches zu finden ist, hat der Anfang der Gallenbildung am jungen Sprosse begonnen: die Sproßachse ist im unteren Theile beträchtlich verdickt, und die jungen Nadeln sind hier kurz, dick, kegelförmig, blaßgrün oder weiß, ihre Parenchymzellen mit Stärkekörnern vollgepfropft, während die gesunde Knospe im gleichen Entwickelungsstadium eine schlanke Achse und linealische, grüne Nadeln mit amylumfreien Zellen hat. Man sieht schon in diesem Stadium, ob der Endtheil der nadeltragenden Knospenachse gesund bleibt oder ebenfalls verändert ist. Im Augenblicke, wo die Knospe sich öffnet, hat die Nadel etwa das Aussehen von Fig. 133 B. Die Spitze ist mehr oder weniger grün, der übrige Theil bleich; auf der Mitte hat die Nadel der Länge nach einen schwachen Kiel, der an der Basis in eine sanfte querbreitere kissenartige Erhöhung übergeht. Auch wenn die Knospe sich geöffnet hat, ist die Sachlage zunächst noch dieselbe. Aber bald kommen die jungen Blattläuse aus den Eiern und begeben sich nun sofort auf die deformirten weißen Nadeln wo sie sich bald zwischen den Basen derselben sammeln. In dem Stadium, wo die Thiere einwandern, haben die Nadeln bereits die Form von Fig. 133 C. Der obere Theil (a) ist rein grün, seine Epidermis zeigt die gewöhnlichen Reihen von Spaltöffnungen, das Mesophyll ist chlorophyllhaltig, stärkefrei, hat luftführende Intercellulargänge. Ziemlich scharf, mit wenigen Zellenübergängen, sondert sich davon der größere, bleiche Untertheil. Dieser hat keine Spaltöffnungen, und ein chlorophyllloses und stärkereiches Parenchym ohne deutliche Intercellulargänge. In der Strecke b ist die Epidermis oft leicht geröthet und bereift; der unterste polsterförmig erhöhte Theil c ist nicht bereift, glänzend, ganz blaß und sehr weich; sein Gewebe ist im Meristemzustande. Es ist hiernach außer Zweifel, daß der gallenbildende Einfluß allein durch den Stich der Altmutter an der Basis der äußeren Knospenschuppen ausgeübt und im Gewebe der Achse in unbekannter Weise fortgepflanzt wird. Damit hängt wol auch die sehr häufige einseitige Bildung der Galle zusammen. Sobald die kleinen Läuse am Grunde der Nadeln sich gesammelt haben, beginnt die Bildung des Gallenraumes. Durch weiteres Wachsthum des im Meristemzustande verbliebenen unteren Theiles der Nadel erhebt sich die kissenförmige Verbreiterung über der Basis noch weiter, besonders an der Oberseite der Nadel, bis sie an die unteren Ränder der beiden zunächst darüber stehenden Nadeln antrifft, während sie auch seitlich die gleichnamigen Theile ihrer Nachbarn erreicht. So werden alle die kleinen Räume, in welchen die Thiere sitzen, abgeschlossen, letztere gleichsam gefangen. An den zur Berührung kommenden Theilen entwickeln die Epidermiszellen Papillen, die sich gegenseitig zwischen einander schieben und pressen. Aber nun wird auch der bewohnte Raum erweitert: einmal dadurch daß schon während des Schließens die unterste Basis jeder Nadel sich ein wenig streckt, in der Folge aber besonders dadurch, daß die ganze Galle noch eine Zeit lang in allen ihren Theilen sich vergrößert. Die Randwucherungen über der Basis der Nadeln müssen dabei, um gegenseitig im Contacte zu bleiben, zu breiteren Krempen rings um den Nadelkörper auswachsen und werden so zu den oben beschriebenen Schildern. Bis Ende Juli behält die Galle diese Beschaffenheit; immer noch besteht sie aus dünnwandigen, saftigen

Zellen, welche viel Stärkekörner und Terpenthinöltröpfchen enthalten. Im August, wo das Holzigwerden und das Aufgehen der Galle eintritt, verschwindet das Stärkemehl aus den Zellen, Terpenthinöl bleibt zurück, die Zellmembranen sind etwas dicker, getüpfelt und verholzt. Das Oeffnen geschieht durch das Austrocknen und ist eine Folge von Gewebespannung, denn geöffnete Gallen in Wasser gelegt schließen sich nach einiger Zeit wieder.

Verbreitung der Laus.

Die Laus scheint soweit wie die Fichte verbreitet zu sein; man hat die Gallen von Deutschland bis nach Lappland beobachtet. Auch gehen sie in dem Gebirge bis an die Fichtengrenze; ich fand sie noch auf der Kuppe des Keilberges (1216 Meter) im Erzgebirge, sowie auf den Alpen bei 1600 Meter im Stubachthal der hohen Tauern.

Gegenmittel.

Die Gegenmaßregeln können nur in Abschneiden und Verbrennen der befallenen Triebe im Frühlinge bestehen.

Blätterschöpfe von Cerastium.

2. Eine Aphide verwandelt die Triebspitzen von **Cerastium arvense** in ovale, lockere Blätterschöpfe, welche aus verkürzten Internodien und aus lauter breiten, eiförmigen oder länglichen, übereinander liegenden Blättern bestehen, zwischen denen die bis zum Herbst flügellos bleibenden, hellgrauen Läuse sich befinden. Die Pflanzen bleiben in Folge dessen ganz niedrig, treiben keine Stengel und keine Blüten. Diese Mißbildung darf nicht mit der ähnlichen von **Psylla Cerastii** erzeugten (pag. 703) verwechselt werden; sie ist um Leipzig sehr häufig und auch anderwärts beobachtet worden.[1]

IV. Aphiden, welche an der Rinde der Holzpflanzen leben und Krebs erzeugen.

Es darf gegenwärtig als gewiß gelten, daß eine Anzahl Aphiden und wol auch Schildläuse (pag. 729) durch ihr Saugen an der Rinde der Holzpflanzen Hypertrophien und abnorme Beschaffenheiten gewisser Gewebe hervorrufen, denen später ein Absterben dieser Gewebe und Entstehung von Wundstellen folgt, die man allgemein als Krebs, Baumkrebs bezeichnet und die nicht mit den gleichnamigen ähnlichen, aber aus anderen Ursachen entstehenden Krankheiten (pag. 155, 198, 637) werden dürfen. Die wichtigste und am genauesten bekannte dieser Läuse ist

Krebs der Apfelbäume durch die Blutlaus veranlaßt.

1. **Schizoneura lanigera** *Hausm.*, die Blutlaus oder wollige Apfelrindenlaus. Dieselbe verursacht den Krebs der Apfelbäume. Sie lebt an der Rinde der ein- und wenigjährigen Zweige und an Rindenwunden des älteren Holzes des Apfelbaumes und einiger nahe verwandten Pyrus-Arten unserer Gärten und Promenaden, wie Pyrus spectabilis, prunifolia etc. Ihre Gesellschaften sitzen reihenweise oder in Gruppen und bedecken die Zweige, bisweilen bis oben hinauf als klumpige weiße Flocken. Die unbeweglich festsitzenden Thiere sind bis $2^1/_4$ Mm. lang, blattlausähnlich, braunröthlich, mit langer, weißer Wolle bedeckt und lassen beim Zerdrücken einen blutrothen Flecken zurück. Die Blutlaus saugt entweder die unversehrte Rinde jüngerer Zweige oder die Ueberwallungsränder von Wunden an; diese beiden

[1] Vgl. Thomas in Hallische Zeitschr. f. d. gesammten Naturwiss. 1877, pag. 377.

Orte bieten allein die geeigneten Bedingungen, weil sie nur von einer dünnen Korkschicht bedeckt sind, durch welche hindurch der Saugrüssel das saftige Gewebe erreichen kann. Verborkte Rindetheile älteren Holzes sind ungeeignet. An den ein- oder wenigjährigen Zweigen wird die unversehrte Rinde angestochen. Die Thiere ziehen die nach unten gekehrte Seite der Zweige vor. Prillieux (l. c.) hat durch Eintauchen der Zweige in Aether die Thiere rasch getödtet und dann auf Querschnitten nachweisen können, daß die Laus den Saugrüssel bis in das Cambium einsticht. Die Folge ist eine beulenförmige Anschwellung des Zweiges. Diese hat ihren Grund in einer abnormen Thätigkeit der Cambiumschicht, die sich in einem stärkeren Dickenwachsthum des Holzkörpers ausspricht.[1] Dabei wird kein normales Holz gebildet, sondern ein weiches, nicht oder nur wenig verholztes Gewebe. Die Anordnung der Zellen in radialen Reihen, zwischen denen die Markstrahlen stehen, bleibt ziemlich deutlich, auch behalten die Markstrahlzellen ihre characteristische Form, aber sie verholzen nicht. Die an Stelle der eigentlichen Holzelemente stehenden Zellen sind wie diese in der Längsrichtung gestreckte, an den Enden etwas verengte, mehr oder weniger weite Zellen, etwa den Gefäßzellen vergleichbar. Nur da, wo das normale Holz in das pathologische Gewebe übergeht, sind noch einzelne dieser Zellen verholzt und zu weiten Tüpfelgefäßen umgebildet; dann folgen lauter dünnwandige und unverholzte, saftführende Zellen. Die Anschwellung des Zweiges kommt ganz auf Rechnung dieses in großer Menge gebildeten abnormen Gewebes. Dasselbe setzt sich an seinen Rändern, wo die Holzbildung normal stattgefunden, an den gesunden Theil des Holzes an und die Cambiumschicht geht ununterbrochen um das Ganze herum. Die Rinde und der Bast erleiden dagegen kaum eine Veränderung: sie sind nicht merklich dicker als an den gesunden Stellen (Fig. 134 A, B); die abnorm gesteigerte Thätigkeit der Cambiumschicht richtet sich also so gut wie ausschließlich nach einwärts gegen das Holz. Auch die Epidermis und die darunter liegenden collenchymatischen Zellschichten sind in der Geschwulst ebenso vorhanden, wie im gesunden Theile; desgleichen stellen sich später auch die Vorbereitungen zur Korkbildung unter der Epidermis ein. So lange die Thiere, welche die Geschwülste äußerlich oft ganz bedecken, darauf angesaugt bleiben, vergrößern sich die letzteren. Dieses geschieht auf doppelte Weise: einmal dadurch, daß die Cambiumschicht in ihrer Thätigkeit fortfährt, zweitens dadurch, daß alle Zellen des abnormen Gewebes bis zu einem gewissen Grade sich erweitern. Durch die Dehnungen, die damit verbunden sind, werden oft innere Zerreißungen bewirkt: es entstehen hier und da lange, elliptische Spalten, die in radialer Richtung stehen und durch Auseinanderweichen der radialen Zellreihen zu Stande kommen. In dem abnormen Gewebe bleibt immer eine Neigung zum Verholzen; einzelne dieser Zellen bekommen getüpfelte, verholzte Membranen, und stellenweise bilden sich sogar einzelne Stränge verholzter Zellen. Es kann dies sogar allgemeiner werden, indem an der äußeren Grenze des hypertrophirten Gewebes in der Nähe der Cambiumschicht wieder einzelne Partien oder selbst eine continuirliche Zone von Holz erscheint (Fig. 134 C); dies vielleicht besonders dann, wenn das

---

[1]) Die in Rede stehenden Veränderungen sind gleichzeitig von Stoll (in Schenk u. Lürssen Mittheil. aus dem Gesammtgebiet der Bot. II. Heft 1) und von Prillieux (Bull. de la soc. bot. de France, 1875, pag. 166 untersucht worden.

Saugen nachläßt. Da die weitere Verdickung der Beulen oft ungleichmäßig erfolgt, so wird auch oft die radiale Anordnung der später erzeugten Holzbündel gestört, indem sie sich bald in radialer, bald in tangentialer Richtung schief stellen. Die Geschwülste haben ziemlich glatte, röthlichgraue oder schwach grüne Oberfläche und schneiden sich, da sie aus unverholztem Gewebe bestehen, leicht; an abgeschnittenen Zweigen schrumpfen sie bald merklich zusammen. Sie haben meist ziemlich halbkugelrunde Form; dünnere Zweige können sie nahezu rings umgeben. Oft nehmen sie auch mehrhöckerige Form an, indem ihr Wachsthum stellenweise stärker fortschreitet. Geschwülste bis zu 4 Cm. Größe kommen nicht selten vor. In Folge dieses Wachsthumes wird das umgebende Periderm etwas gesprengt, besonders in der Längsrichtung des Zweiges. Darum nehmen manche Anschwellungen eine länglich elliptische Form an. Das ungleichmäßige Wachsthum der Beulen, das Hervordrängen neuer Wülste zwischen den alten und am Rande hinter dem aufgeborstenen Periderm, wo die Thiere besonders gern sich ansaugen, wol auch Frostbeschädigungen des weichen Gewebes, alles das bewirkt endlich Zerklüftungen der Beulen und, so lange die Läuse anwesend sind, am Rande ein weiteres Fortfressen des Geschwüres. An alten Blutlausstellen zeigen daher die mittleren Theile oft abgestorbenes Gewebe, während am Rande ringsum, gleich wie Ueberwallungswülste immer neue Anschwellungen sich bilden. Wir haben dann das eigentliche Krebsgeschwür vor uns. Ein ganz ähnlicher Zustand wird hervorgebracht, wenn die Blutläuse die Ueberwallungsränder irgend welcher alten Wunden befallen, besonders an den Rändern der Astschnittflächen des Stammes, an denjenigen des Frostkrebses (pag. 198) 2c., indem hier die Geschwülste auf den Ueberwallungsrändern entstehen. Daher kann der Blutlauskrebs auch an älterem Holze sich zeigen. An letzterem sind es ferner auch die kleinen kurzen Zweiglein und die Stammausschläge, an denen die Geschwülste sich bilden. Diese Krebsstellen sind offenbar schädlicher als gewöhnliche Wunden, welche in regelrechter Weise durch Ueberwallung verheilen, was hier durch das fortwährende Weiterfressen der Gallenbildung verhindert wird es tritt daher an den Krebsstellen früher oder später Wundfäule (pag. 142) ein.

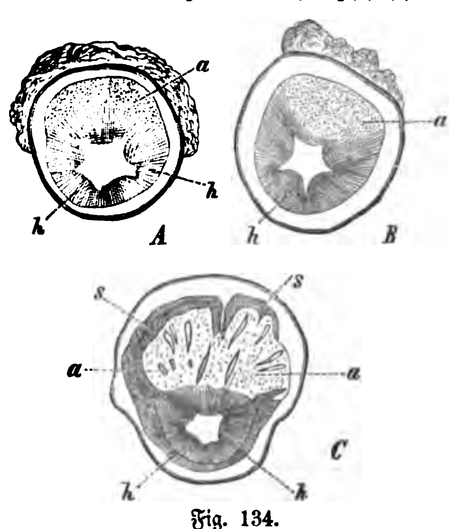


Fig. 134.

Anfang der **Krebsbildung durch die Blutlaus** an jungen Zweigen von Pyrus, im Querdurchschnitt. Die von den Läusen einseitig befallenen Zweige haben an dieser Seite statt normalen Holzes ein abnormes, nicht verholztes Gewebe a gebildet; bei hh das gesunde Holz. In C hat an dem abnormen Wuchergewebe bei ss später wieder Holzbildung begonnen. Schwach vergr.

Lebensweise und Bekämpfung der Blutlaus.

Die Blutlaus ist in Europa erst seit Anfang der 40er Jahren bekannt[1]); man nimmt an, daß sie aus Amerika gekommen ist. Sie zeigte sich zuerst in England und Nordfrankreich, trat dann im nördlichen und westlichen Deutschland auf und verbreitet sich immer mehr, ist z. B. in der Leipziger und Dresdener Gegend schon ziemlich häufig. Ihre Naturgeschichte ist nach Glasers (l. c.) Beobachtungen folgende, die ich betreffs des Winteraufenthaltes der Thiere bestätigen kann. Es überwintern nämlich erstens Ammengesellschaften in den vertieften Stellen der Krebsgeschwülste und widerstehen den stärksten Kältegraden, zweitens Eier, die an den Rinden abgelegt werden und aus denen im Frühlinge die anfangs äußerst kleinen, lebhaft umherlaufenden Läuse auskommen. Diese werden zu Ammen, welche Colonien gründen und mehrere Generationen hindurch ohne Begattung lebendige Junge gebären. Die abgestreiften Häute und bestäubten Honigtröpfchen findet man auch bei der Blutlaus. Gegen den Herbst erscheinen geflügelte Thiere beiderlei Geschlechts, welche fortfliegen und sich weiter verbreiten. In Folge der Paarung legen sie die Wintereier ab. Auch am Boden sollen nach Glaser Ammen überwintern. Die Verbreitung geschieht außer durch die geflügelten Thiere, ohne Zweifel vorwiegend durch den Handel mit Obst- und Ziergehölzen; auch durch die Füße der Spechte und Baumläufer, sowie durch Stürme ist sie möglich. Das beste Gegenmittel ist Zerdrücken oder Zerreiben der ersten Ansiedelungen, was schon im Winter beginnen kann, ferner Bestreichen der Stellen mit Kalk oder Thon, der mit etwas Terpenthinöl (34 Grm. auf 1 Kilo) vermengt wird oder mit Petroleum. Gegen die am Boden überwinternden Thiere empfehlen sich Theerringe an den Stämmen, auch Auslegen von Moos um die Bäume im Herbst und Verbrennen desselben. Die aus fremden Baumschulen bezogenen Bäume sollten vor dem Einpflanzen genau untersucht werden.

Krebserzeugende Läuse an Buchen.

2. Ein Buchenkrebs wird nach R. Hartig[2]) durch einen von ihm als Buchenbaumlaus (Lachnus exsiccator) bezeichnete Aphide verursacht, welche am Stamm und an den Zweigen der Rothbuche familienweise sich ansaugt und eine durch Wucherung des Cambiums entstehende bis 2 Dcm. lange, bis 2 Cm. breite und 1—2 Mm. dicke Galle erzeugt, die ähnlich wie der Blutlauskrebs todte Stellen veranlaßt, in deren Umgebung im Folgejahre neue Gallen entstehen, oder den Tod des Zweiges herbeiführt.

3. Von einer zweiten Aphide, Chermes Fagi, hat R. Hartig (l. c.) ebenfalls berichtet, daß sie auf jungen Rothbuchen eine pockenartige Galle in der Rinde unter dem Periderm verursacht. Wenn diese bis zum Holzkörper fortschreitet, so soll ein Aufplatzen und Bildung rundlicher Krebsstellen bis zur Größe eines Thalers die Folge sein. Junge Buchensaaten können dadurch völlig zerstört werden.

an Tannen.

4. Chermes Piceae *Ratzeb.*, die Tannen-Rindenlaus, eine ebenfalls weißwollige Aphide, welche nach Ratzeburg[3]) einmal an 60-—80jährigen Weißtannenstämmen beobachtet wurde, fand ich an einjährigen Sämlingen, an denen sie ein Absterben und Abfallen der Rinde der Stengelchen und verkümmern der Pflänzchen verursachte.

an Kiefern ꝛc.

5. An der Rinde der Zweige der Kiefer lebt eine ähnliche Laus, Ani-

---

[1]) Vergl. die Notizen bei Ratzeburg, Forstinsecten III. pag. 222, und Glaser, Landwirthschaftliches Ungeziefer. Mannheim 1867, pag. 162 ff.

[2]) Sitzungsber. der Naturforscher-Versammlung zu München 1877.

[3]) Forstinsecten, III. pag. 204.

sophleba Pini *Koch*, die vielleicht identisch ist mit der auf denselben Theilen der Pinus Strobus gefundenen Chermes corticalis *Kalt.* (Chermes Strobi *H. Hartig*). Ueber ihren Einfluß ist nichts bekannt. Auch giebt es mehrere Lachnus-Arten an Kiefern (L. pineti *F.*, L. hyperophilus *Koch* und L. Pini *L.*), an Lärchen (L. Laricis *Koch*) und am Wachholder (L. Juniperi *F.*), welche an der Rinde saugen, ohne besondere Veränderungen hervorzubringen.

V. Aphiden, welche Wurzelgallen erzeugen.

Die Reblaus Phylloxera vastatrix *Planch.*).

Seit 1865 ist im größten Theile der weinbauenden Länder Europas eine Kalamität in der Reblaus erschienen, welche an den Wurzeln und in einer anderen Form an den oberirdischen Theilen des Weinstockes lebt und an beiden Organen Gallen veranlaßt, von welchen die an den Wurzeln eine Zerstörung dieser Organe nach sich ziehen und für das Leben der Pflanzen gefährlich sind.[1])

Naturgeschichte der Reblaus und Beschädigung des Weinstockes durch dieselbe.

Die an den Wurzeln lebenden Thiere, ungeflügelte Weibchen, 0,8 Mm. lang, 0,5 Mm. breit, mandelförmig, goldgelb, sitzen daselbst mit in die Rinde eingesenktem Saugrüssel fest. Sie häuten sich und legen sobald sie ausgewachsen sind, 30—40 gelbe Eier, aus denen in spätestens 8 Tagen die Jungen ausschlüpfen, welche sich ebenfalls an den Wurzeln festsaugen und nach etwa 20 Tagen wieder ohne Begattung Eier legen. So können parthenogenetisch in einem Sommer 6 bis 8 Generationen entstehen, und eine Altmutter kann hiernach eine Nachkommenschaft von 30 Millionen haben. Wo die kleinen Läuse dicht gedrängt an den Wurzeln sitzen, erscheinen sie als gelbe Flecken. Die befallene Stelle bekommt eine Aufschwellung. An dickeren Wurzeln entsteht höchstens eine Wucherung des Periderms an den Punkten, wo die Laus sich zwischen den Spalten der Rinde festgesetzt hat. An etwas dünneren Wurzeln tritt eine Hypertrophie der Rinde und selbst des Cambiums ein; wenn der Stich bis in diese Gegend reicht, und es bildet sich ein Höcker, auf welchem das Thier sitzt. Dabei werden die vom Cambium gebildeten Elemente des Holzkörpers nicht verdickt und verholzen nicht. An den dünnsten jungen Wurzeln aber, die noch im Längenwachsthum begriffen sind, setzt sich die Laus nahe der Wurzelspitze fest und bringt hier knotenartige Anschwellungen (Fig. 135 A—C) hervor, die man Nodositäten genannt hat. Die Bildung derselben beruht auf einer Hypertrophie der Rindeschicht, durch welche nur die relative Dicke der einzelnen Gewebe, nicht der Grundplan des Baues des Würzelchens verändert wird. Die Zellen der Rindeschicht werden durch Theilung vermehrt, unter Ablagerung von Stärkemehl in denselben. Dabei zeigt sich das Wachsthum an der unmittelbar unter dem Insect liegenden Stelle etwas gehemmt,

[1]) Ueber die Einwirkung der Reblaus auf den Weinstock verdanken wir die meisten Kenntnisse den von Cornu in Bull. soc. bot. de France 1875. pag. 290 und Compt. rend. LXXXI (1875), pag. 737 und 950 niedergelegten Untersuchungen, welche für die obige Darstellung mit benutzt wurden. Dagegen konnte des Genannten kürzlich erschienene große Schrift Etudes sur le Phylloxera vastatrix (in den Mém. de l'acad. des sc. Paris 1879) nicht mehr genügend berücksichtigt werden. Sie enthält in der Hauptsache eine weitere Ausführung und Illustration der früheren Veröffentlichungen Cornu's.

(Fig. 135 D), indem die Zellen hier kleiner bleiben, während die seitlich und an der gegenüberliegenden Seite befindlichen sich stärker erweitern; die Anschwellung hat also eine leichte Depression, in welcher die Laus angesaugt ist. Die

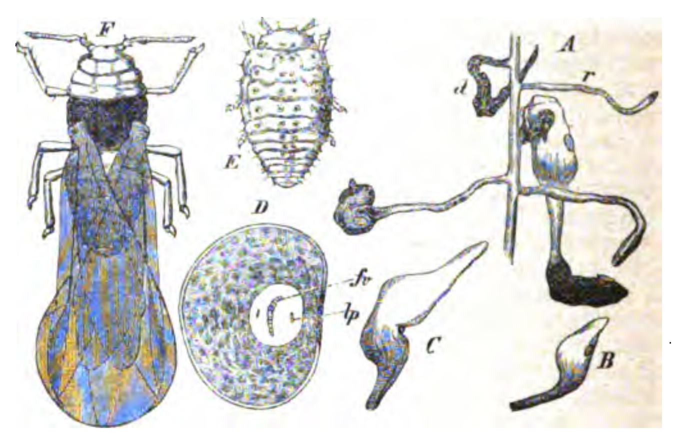


Fig. 135.

Die Reblaus. A Stück einer dünnen Rebenwurzel mit mehreren Seitenwürzelchen, welche in verschiedenem Grade erkrankt sind und Anschwellungen mit daraufsitzenden Läusen zeigen; d ein schon ganz abgestorbenes Würzelchen; r gesundes Würzelchen. 3 mal vergrößert. B und C zwei Entwickelungsstadien der Anschwellungen an den Spitzen von Seitenwürzelchen, an welchen eine Reblaus sich angesaugt hat. 3 mal vergrößert. D Durchschnitt durch eine Wurzelanschwellung, ungefähr im Zustande von C. Das mit Stärkemehl erfüllte Rindeparenchym ist stark verdickt, rechts an der äußerlich dunkelen Seite, an welcher die Läuse gesessen haben, ist die Verdickung am geringsten. Der helle Centralcylinder des Würzelchens zeigt bei fv noch einen schwach entwickelten Fibrovasalstrang, bei lp Bastgruppen. 14 mal vergrößert. E Reblaus von der Rebenwurzel, ungefähr 30 fach vergrößert. F Geflügelte Laus, Vergrößerung ebenso. Nach Cornu.

Hypertrophie erstreckt sich auch bis auf den Centralcylinder des Würzelchens; Die Schutzscheide verliert ihren Character, sie verdoppelt ebenfalls ihre Zellen, und die Elemente der Fibrovasalbündel erweitern sich, die Gefäße werden unkenntlich. In diesem Stadium werden die Würzelchen durch die Gallen noch nicht beschädigt; letztere sind sogar fähig wie normale Wurzeln neue gesunde Seitenwürzelchen zu treiben an der der Depression gegenüberliegenden Seite, oder es kann auch, wenn die Nodosität nicht genau terminal an der Wurzelspitze steht, letztere neben ihr sich weiter verlängern. Im ersten Sommer giebt daher auch der reblauskranke Weinstock in seinen oberirdischen Theilen durch kein äußerliches Merkmal die Krankheit zu erkennen. Erst im August, und zwar früher oder später je nach der von klimatischen Verhältnissen abhängigen Gesammtentwickelung des Weinstockes, erlangen die Nodisitäten ihre dem Leben der Pflanze schädliche Bedeutung dadurch, daß sie absterben. In diese Periode fällt nämlich an jedem normalen Würzelchen derjenige Proceß, welcher den Uebergang in der weiteren Entwickelung desselben zur stärkeren Wurzel

bezeichnet: die Bildung des sich abblätternden Periderms. Zwischen der Rindeschicht und dem Centralcylinder und zwar aus der äußersten Zellschicht des letzteren, unterhalb der Schutzscheide, entsteht ein neuer Korkring, durch den das ganze außerhalb liegende Gewebe zum Absterben gebracht uud abgestoßen wird. An den Anschwellungen, wo die Schutzschicht und das darunter liegende Gewebe entartet ist unterbleibt dieser Proceß und da somit der Schutz für die inneren Theile fehlt, setzt sich das Absterben der äußeren Gewebepartien bis in den Centralcylinder fort. Das Gewebe der Anschwellungen wird unter dem Einfluß der Trockenheit des Hochsommers welk, braun und todt. Die Folge ist, daß alle mit Nodositäten behafteten Würzelchen zu Grunde gehen. Dieser Verlust der eigentlich aufsaugenden Wurzelorgane ist der Grund, warum das Absterben sich weiter auch auf die stärkeren Wurzeln fortsetzt. Das Gewebe derselben wird brann, faulig, weich und läßt sich leicht bis auf den Holzkörper ablösen.[1]) Endlich ist die ganze Wurzel zerstört, und der Stock stirbt unter Austrocknen ab. Bis zu diesem Ende vergeht je nach der Heftigkeit des Auftretens der Reblaus verschieden lange Zeit. An den Wurzeln der befallenen Stöcke überwintern die Läuse. Im nächsten Jahre treibt zwar der Weinstock, aber die Blätter werden zeitiger gelb, verdorren vom Rande her und fallen ab; die Jahrestriebe werden kümmerlicher, die Trauben gelangen noch ziemlich häufig zur Reife, aber oft färben sie sich nicht, bleiben sauer und bouquetlos. Ist der Stock im nächsten Jahre noch lebendig, so treibt er nur kurze, verkrüppelte Loden, kleine, gekräuselte Blätter, aber Trauben bilden sich nicht oder reifen nicht. Vor dem völligen Absterben des Rebstockes verlassen die Läuse denselben und wandern auf die Wurzeln der nächst benachbarten Reben. Die Krankheit breitet sich daher von einem Centrum aus immer weiter über den Weingarten aus, so daß Flecken von verwüsteten Stellen von weitem zu erkennen sind. Unter den letzten Bruten im Sommer zeigen sich Individuen von etwas verändertem Aussehen und mit Flügelansätzen, die Nymphen oder Puppen. Diese verlassen die Erde, kriechen am Stocke in die Höhe, häuten sich mehrmals und bekommen zuletzt vier dem Körper platt aufliegende und ihn weit überragende Flügel. Jetzt sind diese geflügelten Puppen im Stande, durch Flug sich von einem verwüsteten District aus nach anderen Stellen, durch Stürme sogar nach entfernteren Gegenden zu verbreiten. Sie legen nun an die verschiedensten Stellen der oberirdischen Theile der Reben etwa 4 Eier, welche Geschlechtsdifferenz haben, d. h. die größeren von diesen Eiern liefern ungeflügelte, etwa 0,38 Mm. lange, 0,15 Mm. breite, hellgelbe Weibchen, die

---

[1]) Neuerdings hat Millardet (Cpt. rend. 29. Juli u. 19 August 1878) die Meinung ausgesprochen, daß bei der Reblauskrankheit der für den Weinstock tödtlich werdende faulige Zersetzungsgrad der Wurzeln immer erst durch Pilzmycelien veranlaßt werde, welche sich an den allein von der Phylloxera verursachten Wurzelgallen am leichtesten ansiedeln. Wenn nun auch die Thatsache nicht erschüttert werden kann, daß aus den oben dargelegten, von Cornu ermittelten Gründen die Reblaus allein den Tod des Weinstockes verursachen kann, so ist doch völlig einleuchtend, daß eine mit kleinen Wunden behaftete Wurzel für die Angriffe des Wurzelpilzes besonders empfänglich ist, und bei der weiten Verbreitung und dem Auftreten jenes Pilzes in großem Maßstabe (vergl. pag. 516—520) ist es nicht undenkbar, daß manchen der Reblaus allein zugeschriebenen Verheerungen eine Complication derselben mit dem Wurzelpilze zu Grunde gelegen hat.

seltener vorkommenden kleineren die ebenfalls ungeflügelten Männchen. Jetzt findet Begattung statt, und jedes Weibchen legt ein einziges großes Winterei in die Zwischenräume, die durch die Abblätterung der Rinde sich bilden, und stirbt an derselben Stelle. Im Frühling entschlüpft dem Winterei eine ungeflügelte Laus, die nun wieder parthenogenetisch sich vermehrt. Auf die weitere Entwickelung scheint aber die Art der Rebe von Einfluß zu sein. Die jungen Thiere begeben sich nach den Blättern und bringen hier die sogleich zu beschreibenden Gallen hervor. Allen Berichten zufolge geschieht dies aber vorwiegend an amerikanischen Rebsorten, an den französischen zwar auch, aber weit seltener. Nach Boiteau's[1]) Beobachtungen sollen von der ersten Generation nur unvollkommene Gallen auf den Blättern erzeugt werden; in denselben vermehren sich die Thiere, und die zweite Generation wendet sich weiter aufwärts nach den zur Zeit jüngsten Blättern, auf denen sich in Folge dessen schneller und zahlreicher Gallen bilden. Die Anlage neuer Gallen wiederholt sich mit Erneuerung der Generationen, an amerikanischen Sorten bis Mitte October. Die Blattgallen entstehen als Eindrücke der Blattsubstanz von der oberen Seite aus und werden zu Ausstülpungen, die an der entgegengesetzten Seite in Form kleiner gerötheter Warzen erscheinen. Sie haben an der Oberseite des Blattes eine kleine Spalte, die mit steifen Borsten gesäumt ist, durch welche der Eingang verschlossen wird. Aus den Gallen kommen immer nur ungeflügelte Insecten. Die ersten der an den Blättern lebenden Generationen ließen sich nicht mit Erfolg auf die Wurzeln übertragen, dagegen gelang es sehr leicht mit der fünften. Wo keine Bildung von Blattgallen stattfindet, scheint das dem Winterei entschlüpfte Junge sogleich nach den Wurzeln zu wandern. Indessen ist darüber, sowie über die Zeit, zu welcher, und über den Weg, auf welchem dieses Hinabsteigen zu den Wurzeln spontan erfolgt, noch nichts direct beobachtet worden. Uebrigens ist die Abstammung der Blattgallen erzeugenden Generationen von den Wintereiern der Phylloxera auch dadurch erwiesen, daß Zerstörung dieser Eier die Bildung der Blattgallen im nächsten Frühjahre verhinderte. Es ist bemerkenswerth, daß nach allen bisherigen Erfahrungen die amerikanischen Reben, auf denen die Blattgallen zahlreich gebildet werden, ungleich widerstandsfähiger gegen die Wurzelerkrankung sind als die europäischen, auf denen die Blattgallen relativ selten sind.

Verbreitung der Reblaus.

Die gegenwärtig bekannte Reblauskrankheit ist in ihren ersten Anzeichen 1863 im südlichen Frankreich beobachtet worden; 1865 brach sie mit Heftigkeit bei Pujaut unweit Avignon im Rhonetiefland und in Floirac bei Bordeaux aus und verbreitete sich dann mit großer Schnelligkeit. Planchon entdeckte 1868 die Reblaus als Ursache der Krankheit. In der Zoologie war das Insect schon früher bekannt. So wurde es schon 1863 in Treibhäusern bei London und später an einigen anderen Orten Englands und Irlands gefunden und von Westwood Peritymbia vitisana genannt. Und schon 1854 hat Asa Fitch in Amerika das die

[1]) Compt. rend. T. LXXXII., No. 2, 20, 22, LXXXIII., No. 2, 7, 19 und LXXXIV. No. 24. — Vergl. auch Lichtenstein, Compt. rend. T. LXXXII. No. 20, LXXXIII. No. 5 und Extrait des Ann. Agronomiques. Paris 1877, sowie Cornu, Compt. rend. T. LXXVII. pag. 191.

Blattgallen erzeugende Insect beobachtet und Pemphigus vitifoliae genannt; dasselbe soll nach der ziemlich allgemein angenommenen Ansicht identisch mit der jetzigen Reblaus sein, wiewol auch die gegentheilige Meinung ausgesprochen worden ist.[1]) Sicher ist, daß man die Reblaus und ihre Verwüstungen jetzt auch in Nordamerika kennt. In Frankreich verbreitete sich die Krankheit von den genannten beiden Infectionscentren aus rapid. Im Rhonethal ist sie nördlich bis Maçon gegangen und an der Küste einerseits bis Narbonne, andererseits bis Nizza, auch in die Alpen bis nahezu an die obere Grenze des Weinbaues. In dem westlichen Infectionsgebiete hat sie sich von den Mündungen der Charente und Gironde deutlich nachweisbar den herrschenden Westwinden folgend bis Moissac am Tarn verbreitet. Im Jahre 1877 ist sie auch im Departement Loir et Cher, also an der Nordgrenze des Weinbaues aufgetreten. Nach officiellen Angaben sind von den 1516000 Hectaren Landes, welches in Frankreich mit Wein bepflanzt ist, bis 1877 288000 Hectar durch die Reblaus gänzlich zerstört, weitere 365000 Hectar bereits von der Krankheit ergriffen. Im Departement Vaucluse betrug die durchschnittliche Ernte früher 4—500000 Hectoliter, 1876 nur 49900 Hectoliter. Die Krankheit ist ferner auch auf Corsica, Madeira, Sardinien, in Portugal, in Ungarn aufgetreten; 1868 erschien sie in den Weinbergen zu Klosterneuburg bei Wien, 1874 bei Genf und bei Bonn, 1876 in Handelsgärtnereien Erfurts, bei Stuttgart, zu Bollweiler im Elsaß u. s. w. Doch hat sich bisher überall gezeigt, daß in den deutschen Weinbaudistricten die Reblaus bei weitem nicht mit der Verheerung aufzutreten vermochte, wie in Frankreich. Es scheinen hiernach klimatische Verhältnisse von hervorragendem Einfluß zu sein; so hat man auch in Klosterneuburg bemerkt, daß nachdem das Uebel fast erloschen schien, ein warmer Sommer die Reblaus wieder zu erneutem Auftreten brachte.

Gegenmittel.

Die Maßregeln gegen die Reblaus lassen sich in folgenden Vorschlägen zusammenfassen, welche die Akademie der Wissenschaften zu Paris dem französischen Ackerbau- und Handelsministerium in dieser Angelegenheit gemacht hat. 1. Verbot des Exports von Weinreben aus den von der Krankheit heimgesuchten Districten. 2. Verbot der Einfuhr und Pflanzung von kranken Reben in Gegenden, die noch frei von der Krankheit sind. In Deutschland ist in dieser Beziehung durch die Verordnung des Reichskanzlers vom 11. Februar 1873 betreffend das Verbot der Einfuhr von Reben zum Verpflanzen gesorgt. 3. Zerstörung jeder Angriffsstelle, sobald dieselbe in einer nicht schon verwüsteten Gegend sich zeigt.

---

[1]) Vergl. Laliman in Compt. rend. LXXXIII. No. 5.

Das Reichsgesetz vom 6. März 1875 ermächtigt die Regierung die hierzu geeigneten Maßnahmen durch Aufsichtsbehörden in allen deutschen Staaten ergreifen zu lassen. Diese Zerstörung muß in einer sorgfältigen Ausrodung der Stöcke und ihrer Wurzeln, im Verbrennen der Stöcke sammt Blättern, Wurzeln und Pfählen an Ort und Stelle und in einer Desinfection des Bodens bestehen. 4. Desinfection des Bodens und der Reben im Umkreise der verwüsteten Stelle. Es ist eine lange Reihe von Substanzen hinsichtlich ihrer desinficirenden Kraft der Reblaus gegenüber untersucht worden; dabei hat sich am vortheilhaftesten zur Desinfection des Bodens und der Wurzeln Schwefelkohlenstoff erwiesen,[1]) welcher die Rebläuse auf den Wurzeln und in der Erde vernichtet, die Vegetation aber nur vorübergehend hemmt, weshalb diese Desinfection am besten im Winter vorzunehmen ist. Man bringt den Schwefelkohlenstoff mit Steinkohlentheer vermischt in den Boden; auch ist empfohlen worden, Holzwürfel in den Boden einzulassen, die mit Schwefelkohlenstoff getränkt und mit einem Ueberzug von Wasserglas versehen werden, um die Dämpfe nur ganz allmählich in den Erdboden entweichen zu lassen. Ein gutes Vertilgungsmittel der Reblaus ist auch, den Boden etwa 40 Tage lang unter Wasser zu setzen, was freilich nicht allgemein anwendbar ist. Der französischen Kammer ist kürzlich ein Entwurf zur Bewilligung der Mittel vorgelegt worden, um 7000 Hectar Weingelände an den Ufern des Canal du Midi zu diesem Zwecke zu überschwemmen. Andere Mittel, wie die Vernichtung der Wintereier durch Bepinseln der 2- bis 10jährigen Triebe mit Theeröl, möchten trotz der Erfolge wol für die Verhältnisse im Großen sich nicht eignen. Endlich ließe sich aus der größeren Widerstandsfähigkeit der amerikanischen Reben Vortheil ziehen; man hat vorgeschlagen, die europäischen Reben auf amerikanische Wurzeln zu pfropfen. Die Frage, worauf die größere Resistenz der amerikanischen Sorten beruht, ist mehrfach erörtert worden. Es gilt das übrigens nur von gewissen Arten, wie Vitis aestivalis und V. cordifolia, während Vitis labrusca nicht widerstandsfähig ist. Foëz[2]) glaubt die Ursache der größeren Resistenz der ersteren beiden Arten in der schnelleren und vollständigeren Verholzung der Wurzeln zu finden, während die europäischen Reben, denen sich darin auch Vitis labrusca nähere, breitere und nicht verholzte Markstrahlen haben sollen. Boutin[3]) hat in den Wurzeln der genannten beiden amerikanischen Reben einen harzähnlichen Stoff in größerer Menge (8% der Trockensubstanz) als in Vitis labrusca (6%) und in den

---

[1]) Vergl. Mouillefert in Mém. présentés par divers savant à l'acad. des siences de l'inst. nation. de France, T. XYV. No. 3. 1877.

[2]) Compt. rend. T. LXXXIII. No. 25 und LXXXIV. No. 18.

[3]) Compt. rend. T. LXXXIII No. 16.

französischen Reben (4%) gefunden, dessen größere Menge nach seiner Vermuthung eine schnellere Vernarbuug der durch die Nodositäten erzeugten Wunden bewirke. — Die Reblaus hat zwar auch natürliche Feinde, wie die Blattlausfresser in der Gattung Syrphus, mehrere Milben, u. dergl.[1]), doch dürfte von diesen keine nennenswerthe Wirkung zu erwarten sein.

E. Schildläuse, Coccina.

Merkmale der Schildläuse und ihr Einfluß auf die Pflanzen.

Die Schildläuse sind wie die Pflanzenläuse ständige, saugende, gesellig lebende Schmarotzer, die sich von jenen besonders dadurch unterscheiden, daß die Weibchen keine Flügel besitzen, entweder beerenartig, halbkugelig aufgeschwollen oder ganz flach muschel- oder schildförmig sind, sich mit ihrem feinen Rüssel festsaugen, die Eier unter sich legen und unbeweglich darauf sitzen bleiben und sterben. Sie sind ebenfalls oft mit weißer, wolliger Absonderung bedeckt. Die Männchen sind geflügelt, den Weibchen sehr unähnlich, ohne Rüssel und sehr klein. Die Jungen kriechen unter dem Körper der Mutter hervor und verbreiten sich nach anderen Stellen. Die Thiere überwintern an ihren Nährpflanzen. Sie bewohnen meist Holzpflanzen und bedecken die Rinde der jüngeren Zweige, auch die mit dünner Rinde versehenen Ueberwallungsränder und wol auch die Blätter, besonders immergrüne, oft zu Tausenden dicht nebeneinander sitzend, wodurch sie den Theilen ein häßliches, grindartiges Aussehen geben. Sie sondern, ebenso wie die Blattläuse, Honigthau ab. Besonders schädlich sind sie aber durch ihr Saugen; je reichlicher die Triebe mit Schildläusen besetzt sind, desto mehr kränkeln dieselben und können endlich völlig absterben. Dabei zeigt sich in den meisten Fällen nichts weiter als ein allgemeines Siechthum der befallenen Triebe. An einigen Pflanzen entsteht in Folge des Stiches der Schildläuse zugleich eine abnorme Secretion. So soll die Gummilack-Schildlaus (Coccus lacca *Kerr.)* in Ostindien das Ausfließen des Gummilacks aus Ficus-Arten, die Manna-Schildlaus (Coccus manniparus *Ehrb.)* das Hervorquellen einer Manna aus Tamarix gallica var. mannifera auf dem Sinaigebirge (vergl. pag. 95) bewirken. Manche zweigebewohnende Schildläuse bringen an der Rinde Gewebewucherungen und krebsartige (pag. 719) Stellen hervor, und in Neuholland giebt es sogar einige, welche eigenthümliche Gallen erzeugen.

Gegenmittel.

Maßregeln gegen die Schildläuse sind je nach Umständen Abkratzen oder Abbürsten der Thiere von den Zweigen und Stämmen vor dem Auskriechen der Jungen, was bei uns im Freien im Juni und Juli geschieht, oder Abwaschen mit einer Tabaksabkochung oder Abschneiden der befallenen Zweige.

Nicht gallenbildende Schildläuse.

1. Die wichtigsten derjenigen Schildlausarten, welche gewöhnlich ein bloßes

---

[1]) Vergl. Blankenhorn, Compt. rend. T. LXXXV. No. 25.

Verkümmern der Theile, ohne Gallenbildung bewirken, sind: 1. Coccus adonidum *L.*, auf Glashauspflanzen, wie Musa, Cestrum, Coffea etc. 2. Coccus (Aspidiotus) Nerii *Bouché*, Oleanderschildlaus, in den Glashäusern auf Oleander, Akazien, Palmen etc. 3. Coccus (Aspidiotus) Echinocacti *Bouché*, Cactus-Schildlaus, auf Cacteen, verschieden von der Cochenille-Schildlaus (Coccus Cacti *L.*) auf Opuntien. 4. Coccus (Aspidiotus) Rosae *Bouché*, Rosen-Schildlaus auf den cultivirten Rosen. 5. Coccus (Lecanium) hesperidum *L.*, Orangen-Schildlaus, auf Orangen, Myrten, Lorbeeren, Oleander und anderen Gewächshauspflanzen. 6. Coccus (Lecanium) Persicae *Schrk.*, Pfirsich-Schildlaus, an den jungen Zweige der Pfirsichen. 7. Coccus (Lecanium) racemosus *Ratz.*, Fichtenquirl-Schildlaus, braune, 3—4 Mm. große, blasenförmige Thiere auf den Zweigen der Fichte, die dadurch absterben, bisweilen in solcher Menge, daß 3- bis 15jährige Fichtenbestände stark gelichtet wurden. 8. Coccus (Aspidiotus) Pini *Hartig*, Kiefern-Schildlaus, an der Basis der Kiefernadeln, welche bei starker Befallung dadurch absterben können. 9. Coccus (Aspidiotus) Salicis *Bouché*, Weiden-Schildlaus, auf jungen Weidenzweigen. 10. Coccus Vitis *L.*, Rebschildlaus, an jüngerem und älterem Holze der Reben.

Krebsartige Bildungen.

2. Krebsartige Bildungen durch Schildläuse hat vielleicht schon Ratzeburg[1]) beobachtet, welcher von dem Coccus (Lecanium) cambii *Ratz.* berichtet, daß derselbe „an verletzten Eichenrindenstellen, wo das Cambium sich zu Ueberwallungen gestaltet," sitzt. Ferner sah R. Göthe[2]) an den Apfelbäumen durch den Stich von Coccus mali in der Rinde eine dunkelgrüne Anhäufung von Parenchymzellen entstehen. Endlich machte mich Schenk auf eine Gewebewucherung an den von Schildläusen besetzten Stellen des Stammes einer Eurya im hiesigen botanischen Garten aufmerksam. Es waren parenchymatische Wucherungen der äußersten Rindeschichten; späterhin griffen sie auch tiefer in die Rinde ein, und die Zellen verkorkten. So waren grindige Stellen entstanden, die aus vielen verschieden großen Korkwarzen bestanden; stellenweise war zwischen diesen die Rinde bis aufs Holz zerrissen, und diese Stellen hatten daher Aehnlichkeit mit dem Krebs (pag. 719).

Gallen.

3. Gallenbildungen von sehr eigenthümlicher Form und zum Theil kolossaler Größe werden durch Schildläuse an einigen Eucalyptus-Arten in Neuholland erzeugt, wie aus einigen kurzen Mittheilungen Schrader's[3]) und Signoret's[4]) hervorgeht. Hier sind die Gallen der männlichen Thiere verschieden von denen der Weibchen, die gewöhnlich viel größer sind. Von der Gattung Brachyscelis (Weibchen mit 6 vollständigen Beinen) soll es 6 Arten geben, die sich hauptsächlich durch ihre Gallen unterscheiden. Die Männchen von Brachyscelis pileata, ovicola und duplex machen nur 10—12 Mm. große, röhren- oder trompetenförmige Auswüchse auf den Blättern mit einer runden Oeffnung an der Spitze. Die Galle des Brachyscelis pileata-Weibchens an den Zweigen ist dick, schlauchförmig, 2—3 Cm. lang und öffnet sich, indem die obere Hälfte deckelartig abgeht. Das Weibchen von Brachyscelis ovicola lebt in einer eiförmigen, bis 2 Cm. großen, mit enger Scheitelmün-

---

1) Forstinsecten, III. pag. 194.

2) Krebs die Apfelbäume. Berlin u. Leipzig 1877, pag. 23.

3) Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. Wien 7. Jänner 1863.

4) Ann. de la soc. entomol. de France. 5. sér. T. VI. 1876, pag. 591.

dung versehenen Galle. Die weibliche Galle von Brachyscelis duplex ist ein an den Zweigen hängender, bis 11 Cm. langer, schotenartig abgeplatteter, am Ende mit einer Spalte sich öffnender Körper, in welchem das fast 3 Cm. lange Thier lebt. Brachyscelis munita macht eine Galle, die mit ihren langen Fäden an der Mündung bis 30 Cm. lang ist. Von Opisthocelis (Weibchen nur mit 2 langen Hinterbeinen) soll das Männchen pyramidale, das Weibchen runde Gallen erzeugen, beide oft auf demselben Blatte. Die Gattung Ascelis (Weibchen ganz fußlos) bildet kugelige Gallen, welche auf dem Blatte sitzen und an der Unterseite die Oeffnung haben.

Sechstes Kapitel.

Gradflügler, Orthoptera.

Die Gradflügler sind Insecten mit vier ungleichartigen Flügeln, nämlich geraden, pergamentartigen Vorderflügeln und längsgefalteten, häutigen, netzaderigen Hinterflügeln, und mit meist beißenden Freßwerkzeugen. Die hierhergehörigen Pflanzenfeinde sind sämmtlich wegen ihres Fraßes Verwüster; Gallenbildner kennen wir hier nicht.

Heuschrecken.

1. Heuschrecken. Die Heuschrecken im weiteren Sinne können alle als kräftig gebaute, gefräßige Thiere den Pflanzen schädlich werden. Sie legen im Herbst ihre zahlreichen Eier auf oder in die Erde; dieselben überwintern, und im Frühlinge kommen daraus die Larven zum Vorschein, welche gleichwie die fertigen Insecten von Pflanzen leben.

Die weitaus gefährlichsten aller Heuschrecken sind die 5 Cm. langen Zug- oder Wanderheuschrecken, Oedipoda migratoria *L.*, sowie mehrere andere Arten, wie Oe. aegyptiaca und Oe. tatarica. Diese schon in der Bibel erwähnten Thiere haben ihre eigentliche Heimath im südöstlichen Europa, in Kleinasien, Syrien und der Tartarei. Die erstgenannte Species ist aber auch über den größten Theil Europas verbreitet und findet sich einzeln fast alljährlich in Deutschland. Eigentlich gefährlich wird sie, wenn sie in ungeheuren Schwärmen, die mehrere Stunden lang sind, hereinbricht und dann da, wo diese niederfallen, in kurzer Zeit Bäume und Felder kahl frißt. Im Orient sind diese Heuschreckenschwärme eine gewöhnliche Erscheinung, aber bisweilen sind solche auch in Deutschland eingefallen; so namentlich 1693 und in der Zeit von 1727—1731 und von 1750—1754; auch in der neueren Zeit haben wiederholt Züge sich gezeigt und mehr oder minder Schaden angerichtet. Die Bekämpfung besteht in der Zerstörung der Eier auf den Brutplätzen (meist uncultivirte Orte, kenntlich an den umherliegenden todten Weibchen) durch Eintreiben von Schweinen oder Umpflügen, sowie in der Vertilgung der Larven, welche man von den verwüsteten Feldern in hergerichtete Gräben treibt und dort vernichtet. In außerordentlichen Fällen muß durch gemeinsames Vorgehen ganzer Gemeinden und Provinzen die Entwickelung der neuen Generation bekämpft werden.

Auch die nicht wandernden Heuschreckenarten können unter Umständen durch ihren Fraß auf Gräsern, Getreide und am Laub der Bäume Schaden

anrichten, wie es bekannt ist von der italienischen Heuschrecke (Caloptenus italicus *Burm.)*. von Gomphocerus (Stenobothrus) pratorum *Fisch.*[1]) und anderen Arten.

Maulwurfsgrille.

2. Die Maulwurfsgrille oder Werre Gryllotalpa vulgaris *Latr.)*. Dieses bis 5 Cm. lange, dunkelbraune, unterirdische Thier wird in Gärten und Saatbeeten der Gehölze dadurch sehr schädlich, daß es, obgleich es vorwiegend thierischer Nahrung nachgeht, doch den Boden stark durchwühlt und auflockert, junge Pflänzchen aushebt und die Wurzeln, selbst diejenigen kräftiger Gemüsepflanzen, durchbeißt. Man fängt sie leicht in eingegrabenen mit einem Brette bedeckten Blumentöpfen, und muß ihr Nest (eine hohle, gerundete, feste, innen glattwandige Erdscholle, in welcher sich zahlreiche Eier befinden), das durch Absterben und Gelbwerden der über ihm stehenden Pflanzen sich verräth, zerstören.

Blasenfüße.

3. Die Blasenfüße (Thrips). Von diesen kleinen, ca. 2 Mm. langen, schmalen Thierchen, welche meist 4 gleichlange, schmale gefransete Flügel und an den Füßen große Haftlappen haben, giebt es zahlreiche Arten, welche gleich ihren flügellosen Larven gesellig an Pflanzen leben und an diesen die Epidermis zerstören. Bei vereinzelten Angriffen können die Wundstellen durch Kork- oder Callusbildung verheilen (pag. 102), bei ausgedehnterer Beschädigung vertrocknen die verletzten Theile und sterben ab. In Gewächshäusern ist Thrips haemorrhoidalis *Bouché* sehr schädlich, indem er die Blätter der verschiedensten Pflanzen angreift. Am Getreide lebt Thrips cerealium *Haliday* in den jungen Blüten und hat hier ein Taubwerden der Aehren zur Folge.

Siebentes Kapitel.

Zweiflügler oder Fliegen, Diptera.

Merkmale der Fliegen und ihre verschiedenen Einflüsse auf die Pflanzen.

Unter den Fliegen, d. h. denjenigen Insecten, welche nur zwei Flügel und zwar solche von häutiger Beschaffenheit besitzen, giebt es eine große Anzahl von Pflanzenfeinden. Diesen Character haben dieselben nicht als geflügeltes Insect, sondern im Zustande der Larve, welche hier fuß- und kopflos ist (sogen. Maden). Die meisten derselben sind Gallenbildner, und zwar gilt das von der Mehrzahl der Gallmücken (Cecidomyiden) und auch von einigen Fliegen aus anderen Familien der Dipteren. Verhältnißmäßig wenige wirken unmittelbar zerstörend auf die Pflanzentheile ohne Gallen zu erzeugen. Die Fliegengallen oder Dipterocecidien sind daher daran zu erkennen, daß sie von einer oder mehreren meist sehr kleinen (einen oder wenige Mm. langen) Fliegenmaden bewohnt sind. Die Fliege

[1]) Vergl. Kollar, Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. Wien 1858, pag. 322.

legt die Eier unmittelbar an oder in den Pflanzentheil, an welchem später die ausgekommenen Larven leben. Letztere verpuppen sich entweder in dem bewohnten Pflanzentheil oder verlassen denselben, um sich in der Erde zu verwandeln. Von Dipteren werden die verschiedensten Pflanzentheile befallen, und die Gallenbildungen, denen wir hier begegnen, haben sehr mannigfaltigen morphologischen Character, wonach die pathologische Bedeutung der Beschädigungen und Cecidienbildungen verschieden ist[1]. Die Bekämpfung richtet sich dem entsprechend auch nach den einzelnen Fällen. Gute natürliche Vertilger der Dipterenlarven sind die häufig in ihnen parasitisch lebenden kleinen Schlupfwespen.

I. Rollen und Falten an Blättern.

Natur dieser Gallen.

Den Gallen obigen Namens, die wir schon bei Milben (pag. 688) und Pflanzenläusen kennen gelernt haben, begegnen wir auch hier wieder; nur sind hier die Rollen meist etwas weiter und in allen Stücken kräftiger und größer. Die Blattsubstanz, soweit sie an der Bildung betheiligt ist, zeigt sich hier immer hypertrophirt, sie ist dicker als im normalen Zustande; die Rollen und Falten werden dadurch dick und fest, mehr oder weniger fleischig oder knorpelig. Eine Rolle bildet sich, wenn der Parasit, der das ungleiche Wachsthum der beiden Blattseiten veranlaßt, am Rande des Blattes sich befindet; sitzt er dagegen auf der Mitte der Blattfläche so entsteht eine bauchige Falte oder Tasche auf dem Blatte. Immer ist es die Cavität der Rollen und Falten, welche die Eier, beziehendlich die Larven oder Puppen der Fliegen beherbergt. Der Parasit bewirkt also immer ein ungleiches Wachsthum der beiden Blattseiten in Richtung der Blättfläche, welches an der dem Insect gegenüberliegenden Seiten stärker ist als an der anderen.

Anatomischer Bau derselben.

Die Verdickung der Blattmasse in den Rollen und Falten ist sowol eine Folge von Vermehrung der ursprünglichen Zellschichten des Mesophylls als auch von Vergrößerung aller Zellen. Der Unterschied von Pallisadengewebe und Schwammparenchym des normalen Blattes wird dabei meist ganz verwischt, das Gewebe mehr gleichförmig aus ungefähr isodiametrischen Zellen zusammengesetzt, welche nur spärlich oder fast gar kein Chlorophyll enthalten.

---

[1]) Eine umfassende Zusammenstellung aller bisher bekannten Cecidomyiden und deren Nährpflanzen besitzen wir in der Synopsis Cecidomyidarum von J. v. Bergestamm und P. Löw (Verhandl. d. zool.- bot. Gesellsch. Wien 1876; pag. 1 ff.), in welcher auch die ältere Literatur berücksichtigt ist. Für die folgende Aufzählung ist sowol dieses Werk, als auch die neueren einschlägigen Publicationen, wie besonders Karsch, Revision der Gallmücken. Münster 1877, die Abhandlungen von F. Löw in Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1875, pag. 13 ff. und 1877, pag. 1 ff. sowie die Referate über die bezügliche fremde Literatur in Just bot. Jahresber. bis 1877 benutzt worden.

Die Rollen sind daher mehr oder weniger bleich, doch bisweilen durch Färbung der Zellsäfte geröthet.

Entstehung derselben.

Diese Gallen entstehen entweder schon an den ganz jungen eben aus der Knospe tretenden, oder an den schon nahezu entwickelten Blättern. Ersteres ist der gewöhnliche Fall. Hier wird oft die Rollung, welche das Blatt in der Knospe hat, zur Galle benutzt, d. h. sie gleicht sich bei der Entfaltung des Blattes nicht aus und wird noch dicker. Oft ist daher das Blatt von beiden Rändern bis zur Mittelrippe in zwei Rollen gewickelt, total oder nur theilweise. Oft sind viele Blätter eines Sprosses in dieser Weise umgewandelt. Aus dem Gesagten folgt, daß diese Rollen in ihrer Richtung der Knospenlage des Blattes entsprechen. So sind sie bei Polygonum amphibium so gerollt, daß die Blattunterseite die Cavität bildet, entsprechend der revolutiven Knospenlage; dagegen haben die des Birnbaumes die Oberseite des Blattes in der Cavität, weil die Knospenlage involutiv ist. Oder die Einwirkung erfolgt erst in dem Augenblicke, wo das junge Blatt sich aus der Knospenlage begiebt, und dann braucht die Rollung nicht gleichsinnig mit jener zu sein, z. B. bei den Blättchen der Rosenblätter (deren Knospenlage der Länge nach zusammengefaltet ist), indem diese mit beiden Rändern nach unten vollständig sich zusammenrollen. Endlich kann sich die Galle auch erst an dem nahezu völlig erwachsenen Blatte bilden. So wird z. B. an den Eichen ein Blattlappen nach unten flach angeklappt, an den Linden werden kleine Stücken des Blattrandes nach oben gerollt.

Einfluß der Thiere bei der Gallenbildung.

Daß die Bildung dieser Gallen in einigen Fällen schon bei der Eiablage des Mutterthieres angeregt wird, also die Lebensactionen der späteren Larven dazu nicht nöthig sind, geht aus Folgendem hervor. Bei Cecidomyia Pyri, findet man in den an der Spitze der Triebe befindlichen jüngst entstandenen Rollen nur die etwa 1/2 Mm. langen, spindelförmigen, bräunlichen, ohne Befestigung frei an der Epidermis liegenden Eierchen, bis zu 10 an der Zahl, die sich aber sehr rasch entwickeln, so daß in etwas älteren Blätterrollen schon die etwa 1 Mm. langen, weißen Maden vorhanden sind. Man könnte einwenden, daß hier die natürliche Knospenlage des Blattes mit der späteren Rollung der Galle gleichsinnig ist und daher im ersten Stadium noch keine Galle darstellt. Allein die Erstarkung der Rolle ist doch schon zu bemerken, wenn nur die Eier in ihr sich finden. Noch beweisender sind die Rollen an den Rosenblättchen, welche nicht mit der Knospenlage übereinstimmen, sondern erst nach Entfaltung aus derselben sich bilden und dann im ersten Stadium die Eier bergen. Welches der Vorgang ist, der bei der Eiablage die gallenbildende Wirkung ausübt, dafür geben die schon gebildeten Rollen wenig Anhaltspunkte. An den nach oben wulstig gerollten Randpartien der Lindenblätter findet man im weiteren Umkreise eine Menge schwarzother, runder, 1/4—1/2 Mm. großer Flecken, die nach der Galle hin immer mehr an Zahl zunehmen und dort zusammenfließen. Sie sehen Tröpfchen von Fliegenexcrementen ähnlich, erweisen sich aber als Stellen, in denen die Epidermiszellen und oft auch die angrenzenden Mesophyllzellen mit rothem Zellsaft erfüllt sind. Sie sind wol die Folgen einer Action des Thieres. Aber mechanische Verletzungen in der Epidermis kann man nicht entdecken. Bemerkenswerth ist ferner, daß man theilweise die Rollen, selbst im jüngeren Zustande, leer findet, was ich z. B. an denen der Rosenblättchen bemerkte. Man könnte das so deuten, daß der gallenerzeugende Einfluß nicht nothwendig mit der Action der Eiablage verbunden sein muß. Doch müssen hierüber künftige Untersuchungen Licht verbreiten.

Die Rollen und Falten haben meist keine lange Dauer; jedenfalls werden sie früher als das gesunde Blatt im normalen Zustande braun und trocken. Sie sind daher für das Leben des Blattes nachtheilig. Die Made hat sich dann in ihnen verpuppt, wobei sie sich oft mit einem Cocon umspinnt. Oder aber die Verwandlung findet in der Erde statt; die Made verläßt dann die Rolle, um sich in letzterer zu verpuppen. Wenn diese Fliegengallen in größerer Menge sich bemerkbar machen, so müssen, um die Thiere zu bekämpfen, die mit Gallen behafteten Blätter abgenommen und vernichtet werden. Dies muß besonders bei denjenigen zur rechten Zeit geschehen, welche sich nicht in der Galle, sondern in der Erde verpuppen. Letzteres ist bei den meisten der Fall. Wo die Verwandlung in der Galle stattfindet, ist es im Nachstehenden bemerkt.

Bedeutung dieser Gallen für die Pflanze. Bekämpfung der Thiere.

Die häufigeren und bekannteren Blattrollen und Falten werden durch folgende Cecidomyidenlarven veranlaßt.

Vorkommen.

1. Cecidomyia persicariae *L.* veranlaßt an den Blättern von Polygonum amphibium var. terrestre und persicaria dicke, fast bleiche, aber rothbäckige Rollen, deren Mesophyll stark verdickt, turgescent, schwammig-fleischig ist und viele große, luftführende Intercellulargänge enthält. Die Larve verpuppt sich in der Rolle.

Auf Polygonum.

2. Cecidomyia marginem torquens *Wtz.*, in Randrollen an der Unterseite der Blätter von Salix viminalis, woselbst sie sich verwandelt.

Auf Salix.

3. Cecidomyia Alni *F. Lw.* Constrictionen und taschenförmige Höhlung auf der Oberseite der verdickten Mittelrippe der Blätter von Alnus glutinosa und incana.

Auf Alnus.

4. Diplosis dryobia *F. Lw.* in den nach unten umgeklappten und verfärbten Blattlappen und (mit dieser identisch?) in dem gerollten Rande zwischen je zwei Blattrippen von Quercus pedunculata und sessiliflora.

Auf Quercus.

5. Cecidomyia acrophila *Wtz.* in hülsenförmig der Länge nach gefalteten Blättchen von Fraxinus excelsior.

Auf Fraxinus.

6. Diplosis botularia *Wtz.* in bauchigen, taschenförmigen Blattfalten nahe der Mittelrippe an den Blättchen von Fraxinus excelsior. Eine ähnliche Galle kommt auch auf der amerikanischen Fraxinus americana vor.

7. Cecidomyia Stachydis *Br.* in eingerollten Blättern von Stachys sylvatica und Nepeta Cataria, woselbst sie sich verwandelt.

Auf Stachys und Nepeta.

8. Cecidomyia corrugans *F. Lw.* Kräuselung der Fiederlappen der Blätter von Heracleum Sphondylium, indem das Blatt zu beiden Seiten der Mittelrippe eine Constriction zeigt.

Auf Heracleum.

9. Cecidomyia rosarum *Hardy*, in den oben erwähnten nach unten zusammengerollten Blättchen der Rosen.[1])

Auf Rosen.

10. Cecidomyia Pyri *Bouché*, in den mit der Oberseite vollständig eingerollten Blättern an den Triebspitzen des Birnbaums.

Auf Birnbaum.

11. Cecidomyia tortrix *F. Lw.*, in eingerollten, runzelig unebenen und knorpelig verdickten Blättern in der Nähe der Triebspitzen von Prunus spinosa.

Auf Prunus spinosa.

---

[1]) Vergl. auch Löw, Verhandl. d. zool.-bot. Ges. zu Wien 1875, pag. 29 ff.

Auf Astragalus.

12. Cecidomyia Giraudi *Ffld.*, in umgerollten und verdickten Blättchen von Astragalus austriacus.

Auf Gleditschia.

13. Cecidomyia Gleditschii *O. S.*, in Nordamerika in hülsenartig gefalteten Blättchen von Gleditschia triacanthos, in denen sie sich verwandelt.

Auf Robinia.

14. Cecidomyia pseudacaciae *Ftch.*, in Nordamerika in hülsenförmig gefalteten jungen Blättchen der Triebspitzen von Robinia pseudacacia und Cecidomyia Robiniae *Haldem.* in verdickten Rollen der Blatträndern derselben Pflanze.

Auf Onobrychis, Medicago etc.

15. Cecidomyia Onobrychidis *Br.*, in hülsenförmig gefalteten knorpelig verdickten, bleichen oder röthlichen Blättchen[1]) von Onobrychis sativa, Medicago lupulina, sativa und falcata und Astragalus Onobrychis. An Medicago kommt sie auch in einer Ausbauchung der Nebenblätter und der zwei ersten Blätter des achselständigen Triebes vor.

Auf Trifolium.

16. Cecidomyia Trifolii *F. Lw.* in zusammengefalteten Blättchen von Trifolium pratense, wo sie sich auch verwandelt.

Auf Orobus.

17. Cecidomyia Orobi *F. Lw.*, in knorpeligen Blattrandrollen von Orobus vernus.

Larven unbekannter Cecidomyiden.

18. Außerdem sind Larven von Cecidomyiden, aber noch nicht das vollständige Insect beobachtet worden in folgenden Blattrollen und Falten: 1. Im umgeschlagenen und entfärbten Blattrande von Pteris aquilina, in umgeschlagenen, gedrehten und gekräuselten Blättchen der Wedel von Aspidium Filix mas und Asplenium Filix femina; ferner in dem nach oben eingerollten, verdickten, bleichen oder gerötheten Blattrande der Linde, in etwas verdickten, gelblichen oder röthlichen Falten längs der Seitenrippen der Blätter der Buche, in Blattrandrollen von Lonicera Xylosteum; in rothgefärbten Falten zwischen den Seitenrippen der Blätter von Carpinus americana, sowie in inwendig weißbehaarten Falten längs der Blattrippen amerikanischer Eichenarten und in mehreren anderen ähnlichen Gallen ebendaselbst.

II. Beutelgallen an Blättern.

Natur dieser Gallen.

Diejenige Gallenform, welche als eine blasen- oder beutelförmige Ausstülpung der Blattfläche entsteht, wobei der Gallenbildner äußerlich auf der Blattfläche sich befindet und in Folge der Aussackung ins Innere des Beutels zu stehen kommt, wie es unter den Milben und Läusen so gewöhnlich ist, findet sich bei den Gallmücken sehr selten.

Auf Glechoma.

Ein sicherer Fall hierfür ist bisher nur in der von Bremi[2]) beschriebenen von Cecidomyia bursaria *Br.* verursachten röhrenförmigen Galle, welche auf der Unterseite der Blätter von Glechoma hederacea sitzt. Sie hat einen an der Oberseite des Blattes befindlichen, durch Haare verschlossenen Eingang; im Grunde des Beutels liegt eine Larve. Mit der Reife derselben fällt die Galle aus dem Blatte aus, und die Larve verpuppt sich in derselben; die Fliege schlüpft nach einigen Tagen aus, um sogleich wieder Eier an die Blätter abzulegen.

---

[1]) Vergl. Löw, Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1875, pag. 17.

[2]) Monographie der Gallmücken in Denkschr. d. allg. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss. 1847, pag. 20.

III. Galläpfel auf Blättern.

Natur dieser Gallen.

Es giebt eine Anzahl Cecidomyiden-Gallen, welche auf einer Anschwellung der Blattmasse selbst beruhen und eine wirklich im Innern des Blattgewebes entstandene Höhlung (Larvenkammer) haben, in welcher der von außen eingedrungene Parasit sich entwickelt. Alle solche aus einer Neubildung im Blattgewebe hervorgegangenen Gallen mit innerlicher Larvenkammer können als Galläpfel bezeichnet werden. Ihre Bildung beruht darauf, daß rings um die Stelle, an welcher der eingedrungene Parasit sich befindet, das Gewebe des Blattes durch Zelltheilungen in ein parenchymatöses, kleinzelliges Meristem übergeht, welches durch fortgehende Zellenvermehrung und durch Wachsthum seiner Zellen eine Anschwellung der Blattmasse erzeugt, die auf beiden Seiten der Blattfläche hervortritt oder nur an einer Seite über die Oberfläche sich erhebt. Im erwachsenen Zustande sind aus dem Meristem gewisse Gewebe geworden, welche nun die Wand der inwendig die Larvenkammer enthaltenden Galle bilden und ganz verschieden sind von denjenigen Geweben, aus welchen der normale Theil der Blattfläche besteht. Diese Gewebe lassen sich vielleicht allgemein in die unten näher beschriebenen drei Schichten: die Außenschicht, die Hart- oder Schutzschicht und die Innenschicht oder das Mark unterscheiden.

Veranlassung der Entstehung derselben.

Was die Veranlassung der Entstehung dieser Gallen anlangt, so fehlt es noch an Beobachtungen darüber, ob das Ei in das innere Gewebe an Ort und Stelle abgelegt wird, oder ob die junge Larve, nachdem sie aus dem auswendig abgelegten Ei sich rasch entwickelt hat, sich bis an den Ort der Gallenbildung einfrißt.

Entwickelung derselben.

Ueber die Entwickelungsgeschichte und den fertigen Bau der Cecidomyiden-Galläpfel lagen bis jetzt keine oder ungenügende Angaben vor. Was ich darüber ermittelt habe, ist Folgendes: Dieselben können sowol aus dem Mesophyll als auch aus den Blattnerven entstehen. Die Galläpfelchen der Hormomyia capreae auf den Weidenblättern stehen bald gerade im Mesophyll, bald unmittelbar an einem dickeren Nerven, die Gallen von Hormomyia piligera auf der Oberseite der Buchenblätter stehen fast ausnahmslos in der Achsel zwischen der Mittelrippe und den Seitenrippen ohne diese zu berühren. Dagegen entspringen diejenigen der Cecidomyia Fagi fast immer aus der Mittel- oder Seitenrippe, und zwar aus dem Parenchym seitlich des Gefäßbündels. Die Gallen auf den Blättern der Linden und der Spiraea ulmaria haben eine deutliche Beziehung zu den Rippen, stehen meist auf oder unmittelbar neben einer solchen, und wäre es auch nur einer der feineren Nerven. — Die Entwickelung der Gallen von Hormomyia capreae beginnt damit, daß wenn der Parasit von der Unterseite aus in das Gewebe der Weidenblätter eingewandert ist, daselbst in der ganzen Dicke des Mesophylls eine bedeutende Vermehrung der Zellen in Form eines Meristems erfolgt. Zugleich strecken sich diese Zellen in der Richtung der Dicke des Blattes, und da die Zelltheilung durch Scheidewände rechtwinkelig dazu erfolgt, so ist das Meristem zusammengesetzt aus kleinen, ungefähr rechteckigen, plasmareichen Zellen, welche sehr deutlich in

parallelen Reihen rechtwinkelig zur Blattfläche geordnet und stellenweise, wo die Quertheilung minder lebhaft gewesen ist, in dieser Richtung schlauchförmig gestreckt sind. Nach den Seiten hin geht das Gewebe in den normalen Bau des Blattes über. In der Mitte, mehr der unteren Blattseite genähert, enthält der Meristemkörper eine längliche Höhlung, in welcher sich die Larve befindet (Fig. 136 A). Die Zellen um diese sind nur wenig kleiner als die übrigen. Die Höhle setzt sich nach außen in einen engeren Gang fort, der wahrscheinlich von der Einwanderung des Parasiten herrührt, aber äußerlich durch Gewebewucherung verschlossen zu werden scheint. Nachdem diese meristematische Anschwellung die doppelte bis dreifache Dicke des Blattes erreicht hat, beginnt die Gewebedifferenzirung und der weitere Ausbau. Der größte Theil des Gewebes (Gallenmark, Fig. 136 Bi), bleibt aus kleinen, unregelmäßig eckigen, dünnwandigen, keine Intercellulargänge bildenden Zellen zusammengesetzt. In Folge von Verschiebung stellen dieselben jetzt ein sehr unregelmäßiges Parenchym dar; kleine Gefäßbündel gehen aus der umliegenden Blattmasse in dasselbe und verzweigen sich hier, sowol nach der unteren wie nach der oberen Hälfte der Galle. An beiden Seiten haben sich zwei bis drei nur durch etwa eine Zellenlage von der Epidermis getrennte Zellschichten zu verholzten, sehr dickwandigen, getüpfelten, rundlichen Sclerenchymzellen ausgebildet. Auch quer durch das Blatt hindurch geht eine solche Schicht, so daß das Gallenmark von einem vollständigen Mantel von Sclerenchym (Fig. 136 B, h) umgeben ist. Die Galle mündet auf der Unterseite mit einer runden Oeffnung (o), welche auf folgende Weise entsteht. Anfangs sind die Epidermis und die ihr zunächst angrenzenden Zellschichten noch über die Galle ausgespannt. In Folge des gegen die Unterseite hin am stärksten erfolgenden Wachsthums des Gallenmarkes wird dieser Mantel hier geöffnet, und das immer weiter auseinanderweichende Gewebe bildet den erwähnten Eingang. Gleichzeitig constituirt sich aber darunter aus dem Gallenmark eine Art neuer Mündung, die zugleich der Ausgang aus der Gallenhöhle ist (Fig. 136 B, mm). Das Mark bildet einige gegen einander gerichtete Wülste, zwischen denen der Gang nach der Höhle führt. Die an diesen angrenzenden Zellen der Wülste nehmen die Beschaffenheit einer cuticularisirten Epidermis an, sind auch mehr oder weniger papillenartig gewölbt. Von außen kann man oft unter der Mündung diese Wülste mehr oder weniger deutlich erkennen. Bremi[1]), welcher diese Galle beschrieb, läßt ihre Mündung

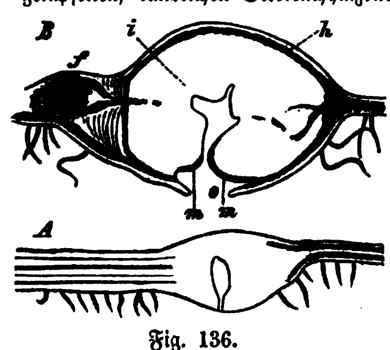


Fig. 136.

Galläpfel der Hormomyia capreae *Wtz.*, auf den Blättern von Salix Caprea, im Querschnitt des Blattes. A junger Zustand, Uebergang des Mesophylls in Meristem. In der Mitte die Larvenkammer. In der rechten Seite der Blattfläche verläuft ein Nerv. B nahezu ausgebildeter Zustand. h die Schutzschicht, i das Gallenmark, welches bei mm zu Wülsten auswächst, welche eine neue Mündung für die Larvenkammer bilden, nachdem die Außenschicht und die Schutzschicht bei o in Form eines runden Loches sich geöffnet haben. f Fibrovasalstrang. 20fach vergrößert.

[1]) l. c. pag. 67.

anfangs mit einer halbdurchsichtigen Membran, wie mit einem Trommelfell überzogen sein; er meint damit wahrscheinlich das allmählich zerreißende oberflächliche Gewebe daselbst.

Anatomischer Bau.

Der anatomische Bau der Cecidomyiden-Galläpfel läßt, soweit ich dieselben geprüft habe, trotz aller sonstigen Verschiedenheiten drei Schichten der Gallenwand unterscheiden: 1. die Außenschicht, 2. die Hartschicht oder Schutzschicht und 3. das innere Gewebe oder das Gallenmark. Die erstere besteht aus der Epidermis und einer mehr oder weniger starken Lage darunter liegender weichwandiger Parenchymzellen, welche allmählich in die Hartschicht übergehen oder auch von derselben scharf abgegrenzt sind (bei den oben beschriebenen Gallen von Hormomyia capreae nur aus der Epidermis und einer oder wenigen darunter liegenden Zellenlagen bestehend). Die Epidermis zeigt bei den größeren Gallen, wie denen von Cecidomyia Fagi und tiliacea keine Spaltöffnungen. Die Schutzschicht besteht aus verholzten, daher mehr oder weniger hartwandigen, oft sehr großen Zellen mit getüpfelten, bisweilen äußerst stark verdickten Membranen. Das Gallenmark ist durch kleinere und zunächst wenigstens nicht verholzte Parenchymzellen und durch die meist in dieser Schicht verlaufenden Gefäßbündel characterisirt. Bei den oben beschriebenen Weidengallen ist sie ungewöhnlich mächtig entwickelt. Häufiger bildet sie nur eine dünne Wandauskleidung der Larvenkammer, denn sie scheint später oft durch die Larve zum Theil aufgezehrt oder sonst desorganisirt zu werden, wol auch mit an der Verholzung theilzunehmen und getüpfelte Membranen zu bekommen. Wenn einst die Cecidomyiden-Blattgallen genügend untersucht sein werden, so wird dieses Schema des Baues vielleicht nicht allgemein beibehalten werden können; es soll nur den Ausgangspunkt für weitere Orientirung bieten. Abweichend verhalten sich jedenfalls die von Löw[1]) beschriebenen Gallen der Cecidomyia Sonchi *F. Lw.* auf Sonchus oleraceus und arvensis. Sie bestehen aus einer Auftreibung des Blattparenchyms nach oben, wodurch auf der Oberseite eine blasenähnliche Erhabenheit entsteht. An der betreffenden Stelle befindet sich auf der Unterseite des Blattes eine muldenförmige Einsenkung, die aber von einem zarten Häutchen, der Epidermis, geschlossen ist, welche sich von dem nach oben ausgebauchten Parenchym loslöst und so die untere Wand der Larvenkammer bildet. Sie hat regelmäßig ein äußerst kleines Löchelchen. Die Larve verpuppt sich in der Galle und schiebt sich durch die dünne untere Gallenwand heraus.

Art der Oeffnung dieser Galläpfel.

Die Art, wie die bis zur Reife vollständig geschlossenen Galläpfel geöffnet werden und den Parasiten befreien, ist ungleich. Entweder bohrt die Larve oder die Puppe selbst ein Loch in die Gallenwand, wie die Cecidomyia Sonchi und die Cecidomyia oenophila (s. unten). Oder die Oeffnung geschieht in Folge eines organischen Processes. Die kegelförmige Galle der Cecidomyia ulmaria zerreißt am Scheitel in Form einer Spalte oder von Klappen, wobei jedenfalls Gewebespannungen, vielleicht zugleich auch Kraftanstrengungen der sich hervorschiebenden Puppe betheiligt sind. Ein deckelförmiges Abspringen des Obertheiles der Galle findet statt bei derjenigen von Cecidomyia tiliacea (s. unten). Von vielen Gallen ist es noch unbekannt, wie sie sich öffnen.

Bedeutung für die Pflanze.

Die durch Dipteren veranlaßten Galläpfel können den Blättern deshalb schädlich werden, weil wenn sie in großer Zahl auf einem Blatte entstehen, das letztere in seiner Formausbildung behindert wird und weil,

[1]) Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1875, pag 19.

wenn alle oder viele Blätter eines und desselben Sprosses in diesem Grade befallen sind, eine kümmerliche Entwickelung der Zweige die Folge ist. So sah ich an Rothbuchen die meisten Blätter so dicht mit den Gallen der Buchengallmücke besetzt, daß man von dem eigentlichen Blatte wenig oder nichts erkennen konnte; dieselben bleiben dann in ihrer Größe sehr zurück, die meisten werden nicht 2 Cm. lang, krümmen sich mehr oder weniger rückwärts und sehen aus wie eine Stachelkugel, an der oft keine Spur grüner Blattmasse mehr vorhanden ist. Zweige mit solchen Blättern haben daher keine assimilirenden Organe und entwickeln sich deshalb schwächlich und werden bald dürr.

Vorkommen.

Von Galläpfeln, die durch Dipteren auf Blättern veranlaßt werden, kennt man besonders folgende. Die nachstehende Aufzählung gründet sich hauptsächlich auf die Zusammenstellung, welche v. Bergenstamm und Löw (l. c.) gegeben haben und auf die dort verzeichnete Literatur.

An Weiden.

1. **Hormomyia capreae** *Wtz.*, an **Salix caprea** und verwandten Arten, die oben (pag. 738) beschriebenen 1—2 Mm. großen, harten, glatten, gelblichen, runden Galläpfelchen, welche auf beiden Blattseiten vorragen, an der Unterseite mit einem kreisrunden Loch versehen sind. Die Larve verläßt die Galle, um sich in der Erde zu verpuppen.

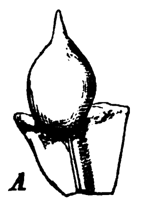
Davon verschieden sind große, mehrkammerige, harte Anschwellungen an der Mittelrippe von **Salix caprea** und verwandten Arten.

An Zitterpappeln.

2. **Diplosis tremulae** *Wtz.*, ein- oder mehrkammerige, bis erbsengroße, harte Gallen auf den Blättern und Blattstielen von **Populus tremula**.

An Buchen.

3. **Hormomyia Fagi** *Hartig*, die Buchengallmücke, erzeugt die auf der Oberseite der Rothbuchenblätter sitzenden, 5—8 Mm. langen, ei-kegelförmigen, glatten, gelblichen oder gerötheten, harten Galläpfel (Fig. 137). Die Gallenwand hat eine Hartschicht, die aus weiten, relativ dünnwandigen, getüpfelten, verholzten Zellen besteht. An der Unterseite des Blattes hat die Galle einen konischen Fortsatz, welcher von einem äußerst feinen Kanal durchbohrt ist, der am Scheitel des konischen Zapfens als ein Pünktchen endigt. Derselbe ist von papillen- oder keulenförmigen Haaren, die aus den den Kanal bildenden Zellen entspringen, wie mit lockerem Gewebe ausgefüllt. Vielleicht geht die Bildung des Kanals von der Stelle aus, durch welche anfänglich der Parasit eingedrungen ist. Das Insect verpuppt sich in der abgefallenen Galle, entweder schon im Herbst oder im nächsten Frühjahr. Wie es die Galle verläßt, scheint nicht bekannt zu sein.



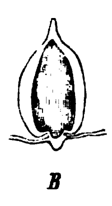


Fig. 137.

Galläpfel von Hormomyia Fagi auf der Oberseite der Rothbuchenblätter. A eine ganze Galle, B ein solche nebst der Stelle des Blattes, auf welcher sie sitzt, der Länge nach durchschnitten, um die Larvenkammer zu zeigen; 2 mal vergr.

4. **Hormomyia piligera** *H. Lw.*, die oben (pag. 737) erwähnten 2—3 Mm. großen, braunhaarigen, kegelförmigen Gallen auf der Oberseite der Rothbuchenblätter in den Nervenwinkeln.

An Hainbuchen.

5. **Cecidomyia Carpini** *F. Lw.*, mehrkammerige Verdickungen der Mittelrippe der Blätter von **Carpinus Betulus**.

An Quercus Cerris.

6. Auf den Blättern von Quercus Cerris sind beobachtet worden die durch Cecidomyia Cerris *Koll.* verursachten oben kegelförmigen, kahlen, unten behaarten buckelförmigen, die durch C. circinans *Gir.* veranlaßten scheibenförmigen, behaarten, auf der Unterseite sitzenden Gallen und hörnchenförmige, harte Gallen an der Oberseite von einer unbestimmten Diptere. Auch auf mehreren amerikanischen Eichenarten kommen Dipterengalläpfel an Blättern vor.

An Urtica.

7. Cecidomyia Urticae *Perr.*, runde Gallen an der Blattbasis von Urtica dioica.

An Carya.

8. Diplosis Caryae *O. S.*, rundliche, zugespitzte, glatte, später holzig harte Gallen auf der Unterseite der Blätter von Carya in Nordamerika. Außerdem werden noch sechs verschiedene Gallenarten auf den Blättern desselben nordamerikanischen Baumes angegeben, deren Erzeuger unbestimmte Dipteren sind.

An Hamamelis.

9. An Hamamelis virginica in Illinois erzeugt Cecidomyia Aceris *Schin.* konische Gallen auf der Blattoberseite.

An Cornus.

10. Hormomyia Corni *Gir.*, mehrkammerige, harte, oben und unten vorragende Gallen auf den Blättern von Cornus sanguinea.

An Callistemon.

11. Heteropeza transmarina *Schin.*, kleine konische Gallen auf Blättern von Callistemon in Sidney.

An Crataegus tomentosa.

12. Auf der Mittelrippe der Blätter der nordamerikanischen Crataegus tomentosa kommen halbkugelige Gallen vor, welche wie ein Bedeguar außen mit verzweigten, an den Spitzen gerötheten Fäden dicht besetzt sind.

An Spiraea ulmaria.

13. Cecidomyia ulmariae *Br.*, an den Blättern von Spiraea ulmaria ca. 2 Mm. große Gallen, die an der Oberseite schwach halbkugelig, an der Unterseite lang konisch vorstehen und wollig behaart sind (vergl. pag. 737 u. 739).

Am Weinstock.

14. Cecidomyia oenophila *Haimh.*, runde, warzenförmige, $2^1/_2$ Mm. große, auf beiden Blattseiten vorragende, purpurrothe Gallen auf den Weinblättern, zahlreich auf einem Blatte, immer an den Haupt- und Seitenrippen. Sie bilden sich im Mai und werden Ende Juni durch ein Bohrloch an der Unterseite von der Larve verlassen, worauf sie einschrumpfen und einen braunen Flecken am Blatte zurücklassen.[1])

Auf der Blattoberseite der meisten nordamerikanischen Rebenarten sind hörnchenförmige, rothe, einkammerige Gallen einer unbestimmten Fliege bekannt.

An Linden.

15. Cecidomyia tiliacea *Br.*, in der Blattfläche der Linden sitzende $1^1/_2$ Mm. große, harte, purpurrothe, auf beiden Blattseiten ungefähr halbkugelig vorragende Gallen. An der einen Seite erhebt sich die Vorragung etwas höher zu einer gelben Kuppe, und dieser Theil springt bei der Reife der Larve, die sich in der Erde verpuppt, ringsum ab.

An Liriodendro.

16. Zwei Arten Gallen auf den Blättern von Liriodendron tulipifera in Nordamerika, von unbestimmten Dipteren.

An Phyllyrea.

17. Diplosis Phyllyreae *F. Lw.*, linsenförmige, an beiden Blattseiten vorragende Gallen an Blättern von Phillyrea media bei Triest.

An Rosmarinus.

18. Auf der Unterseite der Blätter von Rosmarinus officinalis entstehen durch eine unbestimmte Cecidomyide 6—8 Mm. lange, spindelförmige Gallen, die zuletzt an der Spitze durchfressen werden.

---

[1]) Vergl. G. v. Heimhoffen in Verh. d. zool.-bot. Ges. zu Wien. 1875, pag. 803 ff.

[2]) Vergl. Thomas, Halle'sche Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1877, pag. 367.

An Viburnum Lantana.

19. Auf den Blättern von Viburnum Lantana rundliche blasenförmige Gallen einer unbestimmten Diptere.

An Centaurea.

20. Diplosis Centaureae *F. Lw.*, pustelartige, gelbe Gallen auf Centaurea Scabiosa in Oesterreich.

An Hieracium.

21. Cecidomyia Hieracii *F. Lw.*, wenig convexe, blasenförmige Gallen auf Blättern von Hieracium murorum in Europa.

An Sonchus.

22. Cecidomyia Sonchi *F. Lw.*, die oben (pag. 739) beschriebenen Gallen von Sonchus.

An Taraxacum.

23. Auf den Blättern von Taraxacum officinale unterseits stark convexe, blasenförmige Gallen einer unbestimmten Diptere.

An Solidago.

24. Auf den Blättern nordamerikanischer Solidago-Arten blasenförmige Gallen.

An Achillea.

25. Hormomyia Millefolii *H. Lw.* soll in der Achsel der Blätter von Achillea Millefolium eiförmige Gallen erzeugen, die man aber auch auf den Blättern gefunden hat, und deren Natur noch ungenügend bekannt ist.[1])

IV. Triebspitzendeformationen.

Natur dieser Gallen.

Zahlreiche Dipteren leben als Larven an den Triebspitzen zwischen den dort befindlichen jungen Theilen, Blättern oder Blütenstielen, und haben zur Folge, daß die Triebspitze in eine Galle sich verwandelt, die dem weiteren Wachsthum des Sprosses ein Ziel setzt, oder wenn es sich um einen abnorm veränderten Blütenstand handelt, denselben in der Entwickelung seiner Blüten hindert. Ausgeschlossen bleiben hier die zu Gallen verwandelten Einzelblüten und die Stengelanschwellungen, welche, wenn sie in der Nähe der Triebspitzen stehen, mit den hier zu besprechenden Gallen eine gewisse Aehnlichkeit haben können. Als Triebspitzendeformation bezeichnen wir nur diejenigen Gallen, wo die Parasiten zwischen den in der Form und in der Beschaffenheit mehr oder weniger veränderten Blättern und anderen seitlichen Organen der verkürzt bleibenden Internodien der Sproßspitzen leben. Die Larven verpuppen sich fast ausnahmslos in diesen Gallen. Letztere sind nach ihren morphologischen Characteren in folgende Arten zu unterscheiden.

Gallen, welche aus zwei hülsenförmig zusammengelegten Blättern bestehen, und ihr Vorkommen.

I. Die zwei obersten erwachsenen Blätter sind zu einem hülsenförmigen Gehäuse zusammengelegt. In demselben befinden sich die Larven. Der eingeschlossene Vegetationspunkt des Triebes bleibt in der Entwickelung gehemmt, so daß die beiden aneinander liegenden Blätter nicht auseinander gedrängt werden. Dies kommt besonders bei gegenständiger Blattstellung vor, indem sich die obersten zwei opponirten Blätter ziemlich genau aufeinander legen und ein Gehäuse oder eine Art Tasche bilden, wie bei Veronica chamaedrys und montana durch Cecidomyia Veronicae *Vall.* Diese Blätter erreichen nicht ihre normale Größe, verdicken sich aber stärker als die gesunden und bedecken sich mit einem dichten Haarfilz, wie bei den Erineum-Bildungen der Gallmilben. Cecidomyia Galeobdolontis *Wtz.* erzeugt eine ganz ähnliche, aus den zwei aufeinander liegenden, stark anschwellenden und erhärtenden, filzigen Endblättern gebildete Galle auf nahe am Boden

[1]) Vergl. Thomas, Hallesche Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 1877, pag. 367.

sich entwickelnden kurzen Seitentrieben von Galeobdolon luteum. Cecidomyia Stachydis *Br.* macht ähnliche Gallen an Stachys sylvatica. Durch Cecidomyia Hyperici *Br.* entsteht aus den Endblättern von Hypericum perforatum eine taschenförmige Galle.

Blätterknöpfe und Blätterrosen.

II. Zahlreiche Blätter der Triebspitzen bilden einen endständigen Blätterknopf oder eine Blätterrose, indem die Internodien aller dieser Blätter verkürzt bleiben, so daß letztere dicht beieinander stehen. Auch hier sind die Blätter sehr verändert: oft nehmen sie durch Verdickung eine etwas größere Festigkeit an und ihre Größe bleibt meistens hinter der normalen zurück, die Form wird im allgemeinen kürzer aber breiter, was besonders bei schmalblätterigen Pflanzen hervortritt (Linum usitatissimum Euphorbia Cyparissias, Galium-Arten etc.). Das Aussehen dieser Blätterknöpfe richtet sich sehr nach dem Grade, bis zu welchem die Blätter reducirt sind. Sind sie ganz zu schuppenförmigen, sich dicht bedeckenden Gebilden umgewandelt, so entstehen fest geschlossene Knöpfe oder tannenzapfenförmige Gallen, während wenn die grüne Blattfläche sich stärker zu entwickeln vermag, mehr lockere Blätterschöpfe oder wirkliche Blätterrosen entstehen, wo nur die verbreiterten und oft verdickten Blattbasen die Galle bilden. Die Cecidomyia rosaria an den Weidenarten erzeugt z. B. alle diese verschiedenen Gallenformen. Die einigermaßen bekannten Gallen dieser Art sind folgende:

Kiekbeeren auf Wachholder.

1. Hormomyia (Lasioptera oder Cecidomyia) juniperina *L.* An den Spitzen junger Zweige von Juniperus communis fleischige, spindelförmige, dreizackige Gallen, die beim Volke Kiekbeeren heißen. Dieselben entstehen, indem drei lange Nadeln sich monströs verbreitern und wie ein Kelch drei andere ganz kleine Blättchen einschließen, zwischen denen eine Larve lebt.

Auf Taxus.

2. Cecidomyia Taxi *Inch.* erzeugt grüne Blätterschöpfe an den Zweigspitzen von Taxus baccata.

Weidenrosen.

3. Die unter dem Namen Weidenrosen bekannten, bald mehr zapfenförmig geschlossenen, bald rosenartig offenen, innen mehr oder weniger wolligen Gallen, welche an verschiedenen Weiden, wie Salix Caprea, aurita, cinerea, amygdalina, purpurea, alba etc. vorkommen und auch nach der Weidenspecies gewisse Unterschiede zeigen, werden jedenfalls zum größten Theile von Cecidomyia rosaria *H. Lw.* verursucht, und die Zoologen sind der Meinung, daß die Form dieser vielgestaltigen Blätterrosen nicht von der Gallmückenart, sondern von der Nährpflanzenspecies abhängt.[1]) So rühren vielleicht auch die fünferlei Rosetten und Zapfengallen, welche Walsh[2]) von amerikanischen Weiden beschrieben hat und für die er je eine Gallmückenspecies aufstellt, nur von einer einzigen her, die entweder mit C. rosaria identisch oder nahe verwandt ist. Die Larven leben einzeln im Centrum eines jeden Blätterschopfes, und zwar unmittelbar über dem Vegetationspunkt, an welchem eine lebhafte Blattbildung stattfindet und noch ganz junge Blattanlagen zu bemerken sind. Die Larven verwandeln sich in der Galle. — Einige andere hierher gehörige Gallmücken auf Weiden müssen indes doch unterschieden werden,[3]) nämlich erstens Cecidomyia heterobia *H. Lw.*, welche theils als Inquiline in den

---

[1]) Vergl. J. v. Bergenstamm u. Löw, l. c. pag. 67.

[2]) Proc. Entomol. Soc. Phil. III. 1864, pag. 580 ff. — Vergl. J. v. Bergenstamm u. Löw, l. c. pag. 71.

[3]) Vergl. über diese besonders F. Löw, Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1875, pag. 27.

Weidenrosen der C. rosaria, theils und häufiger in selbst veranlaßten Mißbildungen vorkommt und in diesen immer gesellig lebt. Sie findet sich meist auf Salix amygdalina, theils in angeschwollenen Knospen, theils in kleinen Rosettchen, die sich auf den Zweigspitzen oder in den Blattachseln entwickeln, theils in deformirten männlichen Kätzchen, deren Deckblätter zu vergrößerten, breiten Schuppen verbildet sind, hinter denen eine Masse weißer Wolle steckt. Zweitens Cecidomyia iteophila *H. Lw.*, die nur als Inquiline gesellig mit C. rosaria lebt. Drittens Cecidomyia terminalis *H. Lw.*, welche eine besondere Galle an den Zweigspitzen von Salix fragilis erzeugt: eine aus den 3—5 zusammenschließenden Endblättern gebildete, 2—3 Cm. lange, spindelförmige Hülse, in welcher die Larven gesellig leben und die sie vor der Verpuppung verlassen, um in die Erde zu gehen. Uebrigens soll an diesen als Inquiline auch Cecidomyia saliceti *H. Lw.* vorkommen, welche dieselbe Lebensweise hat. Endlich wird von Walsh (l. c.) eine Cecidomyia saliciscornu *Wlsh.* erwähnt, welche an Salix humilis in Nordamerika die Seitenknospen zu hörnchenförmigen, von der vergrößerten Knospenschuppe umschlossene Gebilde verwandelt.

Auf Alnus.

4. Verdickte Terminalknospen von Alnus serrulata in Nordamerika, in denen mehrere Larven einer Fliege leben.

Auf Eichen.

5. Cecidomyia Quercus *Binnie.* Die Larven bewirken an den Eichen (Quercus sessiliflora) eine Hemmung und Deformation der Triebspitzen, die mit einem Welken der Blätter derselben endigt. Verpuppung in der Erde.

Auf Linaria.

6. Diplosis Linariae *Wtz.* Blütenschöpfe an den Triebspitzen von Linaria vulgaris.

Auf Erica.

7. Cecidomyia Ericae scopariae *Duf.*, knospenförmige Blätterknöpfe an den Zweigspitzen von Erica scoparia und mediterranea. In den Alpen fand ich eine solche Triebspitzendeformation an Erica carnea.

Auf Rhododendron.

8. Eine Larve in knospenförmig geschlossenen Blätterschöpfen der Zweigspitzen von Rhododendron ferrugineum in der Schweiz.

Auf Stachys.

9 Larven in lockeren Blätterrosen der Seitentriebe von Stachys recta.

Auf Campanula.

10. Larven in langen, spindelförmigen Blätterknöpfen an den Triebspitzen von Campanula rapunculoides.

Auf Chrysanthemum.

11. Eine Larve zwischen knospenartig geschlossenen jungen Blättern in der Mitte der Wurzelblattrosette von Chrysanthemum Leucanthemum.

Auf Artemisia.

12. Cecidomyia Artemisiae *Bché.*, in behaarten Blätterknöpfen von Artemisia campestris und scoparia.

Auf Solidago.

13. Cecidomyia Solidaginis *H. Lw.*, erzeugt Blätterschöpfe an amerikanischen Solidago-Arten.

Auf Chrysopsis.

14. Cecidomyia Chrysopsidis *H. Lw.*, kugelige, wollige Blätterknöpfe an den Zweigspitzen von Chrysopsis mariana in Nordamerika.

Auf Bacharis.

15. Larven in großen rundlichen Blattanhäufungen an den Triebspitzen von Baccharis pilulifera in Californien.

Auf Flachs.

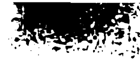
16. Larven in großen Blätterknöpfen der Triebspitzen des Flachses.

Auf Euphorbia.

17. Cecidomyia Euphorbiae *H. Lw.*, auf den Triebspitzen von Euphorbia Cyparissias Blätterschöpfe bildend; diese sind bald kugelförmig aus dicht aufliegenden Blättern zusammengesetzt, bald haben sie locker um einander stehende oft unregelmäßig gefaltete Blätter.

Auf Crataegus.

18. Cecidomyia Crataegi *Wtz.*, verursacht rosenförmige Blätterschöpfe an den Zweigspitzen von Crataegus Oxyacantha. An den dicht beisammen-



stehenden Blättern sind die Nebenblätter vergrößert, die Laubblätter bleiben kleiner, beide sind mehr oder weniger stark bedeckt mit kleinen stachel- oder nadelförmigen Auswüchsen, welche aus Zellgewebe bestehen (keine Haare, sondern Emergenzen sind) und ein bräunliches, einer Drüse ähnliches Ende haben.

Auf Genista etc. 19. Larven in kugeligen Blätterknöpfen an den Stengeln von **Genista** sowie von **Sarothamnus scoparius**, beide in Frankreich.

20. **Cecidomyia genisticola** *F. Lw.*, weißhaarige, lockere Schöpfe verbreiterter Blätter an den Triebspitzen von **Genista tinctoria**.

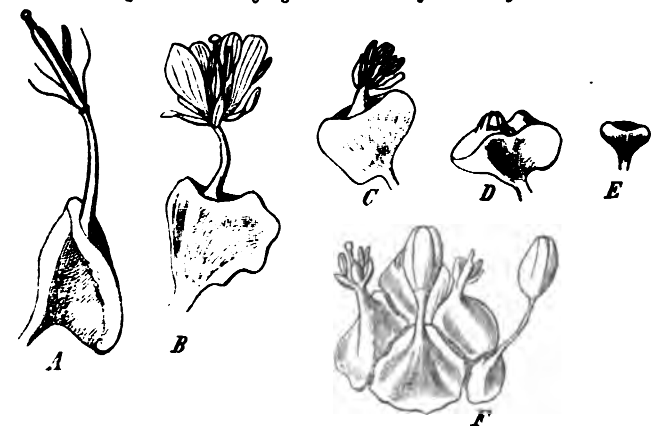
Auf Lathyrus. 21. Larven in Seitentrieben von **Lathyrus sylvestris**, deren Achse verkürzt und deren Blätter zusammengedrängt, fleischig verdickt und etwas eingerollt sind, in Oesterreich.

Auf Melaleuca. 22. **Cecidomyia Frauenfeldi** *Schin.*, in dick angeschwollenen Zweigknospen von **Melaleuca** am Cap.

Auf Phylica u. Passerina. 23. **Cecidomyia capensis** *Schin.*, haselnußgroße, zapfenförmige Gallen an **Phylica ericoides** und **Lasioptera carbonaria** *Schin.*, in ebensolchen Gallen einer **Passerina**-Art, beide am Cap.

Ananas-Gallen. III. Bleiche ananasförmige Knöpfe (Ananasgallen), entstanden durch schwammige Auftreibung aller Blütenstiele einer jungen Traube oder aller Blattbasen einer Triebspitze.

Auf Nasturtium. 1. Derartige Gallen erzeugt **Cecidomyia Sisymbrii** *Schrk.* sehr



Figur 138.

Gallen der Cecidomyia Sisymbrii. Umwandlungszustände der Blütenstiele der zu bleichen Knöpfen deformirten Blütenstände von **Nasturtium palustre**. Die durch Wucherung des Parenchyms sich bildende krempenförmige Anschwellung des Blütenstieles ist von A bis E in den verschiedenen Alterszuständen der Blüte eingetreten, die im jungen Blütenstande von unten nach oben aufeinanderfolgend gleichzeitig vorhanden sind. F Aneinanderschluß der Blütenstielkrempen, wodurch unter den letzteren der von den Larven bewohnte Raum gebildet wird.

häufig an den Blütentrauben verschiedener Cruciferen, besonders von **Nasturtium sylvestre, palustre** und verwandten Arten, **Barbaraea vulgaris** und

Sisymbrium Sophia. Die Blütenstiele bekommen etwas oberhalb ihrer Basis eine mächtige Gewebewucherung in Form eines weißen, schwammigen Körpers, der wie eine sehr breite und dicke Krempe den Blütenstiel umgiebt. Nach unten verschmälert sie sich allmählich in die dünne Basis des Stieles, nach oben setzt sie plötzlich ab, eine ungefähr rhombische Rückenfläche bildend, aus deren Mitte der übrige Theil des Blütenstieles in normaler Gestalt sich erhebt, um an seiner Spitze die unveränderte Blüte zu tragen. In je frühzeitigerem Entwickelungsstadium aber der Blütenstiel von dem gallenbildenden Einflusse getroffen wird, ein desto größerer Theil desselben wird in die Geschwulstbildung hineingezogen, und an ganz jugendlichen Blüten wird der hier noch äußerst kurze Stiel, mit Ausnahme der stets dünn bleibenden untersten Basis, gänzlich schwammig aufgetrieben, so daß auch die Blüte unterdrückt wird. In Fig. 138 A—E sind verschiedene derartige Umwandlungsformen dargestellt. Die stärkst deformirten findet man im oberen Theile der Galle, weil die obersten Blüten der Traube die jüngsten sind. Die Anschwellung rührt her von einer Hypertrophie des Parenchyms, die aber weniger in einer Vermehrung, als vielmehr nur in einer ungeheuren Vergrößerung der Zellen besteht, die sich in radialer Richtung strecken und dabei geräumige luftführende Intercellulargänge zwischen sich bilden, woher die schwammige Beschaffenheit rührt. Vor ihrem abnormen Wachsthum erfüllen sich die zur Gallenbildung bestimmten Zellen mit Stärkemehl, was normal nicht der Fall ist. Letzteres ist wieder verschwunden, wenn die Zellen ihr Wachsthum vollendet haben. Dieselben enthalten dann nur wässerigen Zellsaft und haben dünne Membranen. Die ungefähr rohmbische Form der Blütenstielwucherung hängt damit zusammen, daß die benachbarten miteinander in innige Berührung treten, wie es Fig. 138 F darstellt. Dadurch wird auch ein Raum um die Spindel des Blütenstandes und um die Blütenstielbasen abgeschlossen, in welchem die Larven leben. Der morphologische Typus der Galle ist also genau derselbe wie der der zapfenförmigen Gallen der Fichtenlaus (pag 716.) Bisweilen befällt die Gallmücke auch die Achseln der Laubblätter. Dann verdickt sich die halbscheidige Basis des Blattes unter der gleichen Gewebeentwickelung und schließt gegen die Achse hin eine Kammer für das Insect ab. Auch betheiligt sich oft die angrenzende Stelle des Stengels mit in diesem Sinne, indem sie durch eine Randwucherung eine Vertiefung bildet. Die befallenen Blütenstände bleiben unfruchtbar, denn selbst wenn die deformirten Stiele noch normale Blüten besitzen, so kommt doch eine Fruchtreife kaum zu Stande. Die Larven verpuppen sich in der Galle.

Die Entwickelung dieser Gallen habe ich von den ersten Anfängen an verfolgt. Die Eier werden zwischen die Blütenknospen ganz junger Blütenstände gelegt. An allen jungen Theilen, besonders an den Blütenstielen im Knospenzustande, befinden sich haarartige, schleimabsondernde Zellgewebekörper (Colleteren). In diesem Schleim, welcher meist die Zwischenräume der Stiele und der Hauptachse des Blütenstandes in der Knospe erfüllt, findet man das röthliche, längliche, etwa 0,2 Mm. lange Fliegenei, lose zwischen den Stielen. Blütenstände, welche nur Eier enthalten, zeigen noch nicht die geringste Abnormität; man muß, um Eier zu finden aufs Geradewohl ganz junge Blütenstandsknospen durchschneiden. Die Larve entwickelt sich aber sehr schnell. Inflorescenzen, welche nur erst den geringsten Anfang der Gallenbildung zeigen, der sich an einer etwas bleicheren oder röthlichen Farbe verräth, enthalten schon die bewegliche Larve; ja in einem Falle fand ich eine solche schon

in einem noch ganz unveränderten Blütenstand. Es geht daraus bestimmt hervor, daß die veränderte Bildungsthätigkeit erst ihren Anfang nimmt, wenn der Parasit in den Zustand der Larve übergeht und seine Lebensactionen beginnt. Gewöhnlich werden mehrere Eier in einen Blütenstand gelegt; bisweilen aber auch nur ein einziges. Im letzteren Falle bemerkt man, daß die Gallenbildung an der Stelle, wo die Larve sitzt, am stärksten ist und mit der Entfernung von ihr abnimmt. Deshalb ist die Traube bisweilen, namentlich bei Anwesenheit einer einzigen Larve mehr oder weniger einseitig deformirt.

Auf Sisymbrium officinale sind die Gallen insofern abweichend, als weniger eine schwammige Auftreibung erfolgt, die Hauptachse nur verkürzt bleibt, die Blütenstiele oder Stengelzweige dicht beisammenstehen und trotz der Verdickung, die sie an ihrer Basis erleiden, grün und fest bleiben.

Auf Asperula und Galium.

2. Sehr ähnlich sind die Gallen, welche von Cecidomyia Asperulae *F. Lw.* und Cecidomyia Galii *H. Lw.* verursacht werden. Erstere finden sich an Asperula tinctoria und galioides. Wenn dieselben gipfelständig sind, so bestehen sie nach Löw[1]) nur aus deformirten Blättern: 4—6 oberste Blätter bleiben dicht beisammen und werden in ihrem Basaltheil oder gänzlich stark schwammig aufgetrieben. Jedes hat daselbst oberseits eine längliche Einsenkung, in welcher die Larve lebt, so daß in jeder Galle soviel Larven sich finden, als Blätter betheiligt sind. Die angeschwollenen Blätter pressen sich aneinander und bilden daher zusammen einen festen, höckerigen, weißlichen, 3—6 Mm. großen Knopf, aus welchem die grünen Spitzen der betheiligten Blätter hervorragen. Wenn sich die Galle aber in einer Blattachsel bildet, dann wird der benachbarte Stengel in gleicher Weise wie die Blätter deformirt und betheiligt sich an der Galle. — An den Galium-Arten finden sich sehr polymorphe Dipteren-Gallen, und es ist fraglich, ob sie alle von Cecidomyia Galii *H. Lw.*, der man sie zuschreibt, herrühren. Den beschriebenen von Asperula gleich fand ich sie auf Galium uliginosum. Aber die auf Galium Mollugo sind abweichend. Sie stehen an der Seite der Stengelinternodien, meist ziemlich nahe in einer Blattachsel, aber oft auch ein Stück höher, und sind nur Hypertrophien der Stengelrinde, ungefähr kugelrund, glatt, fleischig-saftig, nicht selten bis 1 Cm. im Durchmesser, oft in solcher Menge an den oberen Internodien des Stengels gehäuft, daß dieser einer Beerentraube ähnelt. Die Laubblätter sind dabei vorhanden und nicht verändert. Die Galle enthält eine ziemlich große Höhle, in welcher eine Larve liegt, und hat am Scheitel eine punkt- bis spaltenförmige Mündung. In derselben steht ein dichter Besatz ziemlich langer, nach einwärts gerichteter, einfacher Haare; nach außen folgen deren spärlichere und kürzere. Die Gallenwand besteht aus stark vergrößerten Rindeparenchymzellen; auch zwischen der Gallhöhle und dem Gefäßbündelkreise des Stengels befindet sich eine Rindeschicht, welche dicker als die normale ist. Die innerste, die Gallhöhle auskleidende Schicht besteht aus engeren Zellen. Von dem Gefäßbündelkreise aus laufen dünne Stränge nach beiden Seiten in der mittleren Schicht der Gallenwand bis zur Mündung hin. Es scheint, als entstünde die Galle durch Hervorwachsen der zur Gallenwand werdenden Rinde gleich wie eine Ueberwallung, so daß die äußere und innere Oberfläche von Epidermis bekleidet sein würde. Die Larven von C. Galii sowie die der C. Asperulae verwandeln sich in der Erde. Bei Galium boreale sah ich an den Triebspitzen Blütenknöpfe, die zu den unter II. beschriebenen

[1]) Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien 1875, pag. 15.

gehören. An Galium Mollugo fand Thomas[1]) durch eine Cecidomyiden-Larve die Blütenknospen vergrößert, grün oder violett und im Innern kahl ausgezehrt.

V. Deformation von Blütenknospen.

Verschiedene Veränderungen der Blüten durch Dipteren.

Manche Cecidomyiden legen die Eier in Blütenknospen. Dies hat meist zur Folge, daß sich solche Blüten zu Gallen entwickeln, indem sie statt normal aufzublühen, sich mehr oder weniger vergrößern und fleischig verdicken und eine Höhlung abschließen, in welcher die Larven leben. Die Art der Veränderung ist nach den einzelnen Fällen verschieden. Manche Gallmücken bringen so gut wie keine eigentliche Gallenbildung an den befallenen Blüten hervor, sondern zehren nur von inneren Theilen derselben. In jedem Fall ist Vereitelung der Fruchtbildung die Folge. Näher bekannt sind solche Beschädigungen von folgenden Arten:

Auf Lotus, Medicago etc.

1. Diplosis (Cecidomyia) Loti *Deg.*, befällt Lotus corniculatus und uliginosus, Medicago falcata und sativa, Vicia Cracca und wohl noch andere Papilionaceen. Sie verwandelt die Blütenknospen von Lotus major in zwiebelförmige, ungefähr kugelige, durch die geschlossen bleibende Corolle etwas kegelförmig zugespitzte, bis 8 Mm. im Durchmesser große Körper. Dabei zeigt sich keine eigentliche Vermehrung der Zahl der Blütentheile, sondern nur eine bedeutende Vergrößerung derselben: der Kelch ist stark erweitert, seine Zipfel entsprechend verbreitert. Die gelben oder röthlichen Blumenblätter, welche knospenartig fest an einander liegen, sind an ihrer Basis stark fleischig verdickt und ebenfalls verbreitert. Auch die Staubgefäße, deren Filamente meist frei sind, zeigen sich an der Basis fleischig dick und etwas verbreitert; die Antheren sind mehr oder weniger vollständig gebildet. In der Mitte des erweiterten Blütenraumes bemerkt man das ebenfalls hypertrophische und oft verkrüppelte Pistill, in welchem auch Samenknospen erkannt werden; seine Basis wird aber durch den Einfluß des Parasiten bald welk und braun. Die Larven, die zu 10 bis 20 in einer Blüte leben, verlassen dieselbe um sich in der Erde zu verpuppen.

Auf Crataegus.

2. Diplosis anthobia *F. Lw.*, in den Blüten von Crataegus Oxyacantha, welche knospenartig geschlossen bleiben, wobei die Blumenblätter nicht verdickt, die Fructificationsorgane verkümmert sind.[2])

Auf Pflaumenbäumen.

3. Asynapta lugubris *Win.*, die Pflaumengallmücke, in Blütenknospen von Prunus domestica, welche zu einer oben spitzen, mit deckelförmigem Obertheil versehenen, unten von den Knospenschuppen bedeckten Galle umgewandelt sind[3]) und sich nicht entfalten.

Auf Lychnis.

4. Cecidomyia Lychnidis *Heyd.*, in Blüten von Lychnis, die mit aufgeblasenem Kelche geschlossen bleiben.

Auf Rumex.

5. Diplosis Rumicis *H. Lw.*, in deformirten Blüten von Rumex-Arten.

Auf Cardamine.

6. Cecidomyia Cardaminis *Wtz.*, in Blütenknospen von Cardamine pratensis, welche geschlossen bleiben und unter kegelförmiger Zuspitzung bis zu mehr als Erbsengröße anschwellen,[4]) wobei die Kelchblätter bis zur Mitte

---

[1]) Nova Acta Acad. Leop. Carol. XXXVIII. Nr. 2. 1876. pag. 260.
[2]) Vergl. Löw, in Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1877, pag. 1 ff.
[3]) Vergl. Lotos 1859, pag. 60 und 140.
[4]) Vergl. Wilms, Referat in Just, bot. Jahresber. für 1877, pag. 503.

verwachsen, die Blumenblätter mit Ausnahme des oberen Theiles grün, die Staubgefäße kurz und verdickt sind, auch der Fruchtknoten an seiner Basis bauchig aufgetrieben ist. Eine ähnliche Galle auch an Raphanus Raphanistrum nach Thomas.[1])

7. Dasyneura Crista galli *Karsch*[2]), in den Blüten von Rhinanthus, deren sämmtliche Theile zu einer unregelmäßigen, weichen, weißwolligen, filzigen Masse deformirt sind, in welcher zahlreiche Larven leben. Auf Rhinanthus.

8. Asphondylia (Cecidomyia) Verbasci *Vall.*, in den Blüten von Verbascum-Arten, wo nach Löw[3]) stets nur der mißgebildete, nämlich stark aufgetriebene, meist etwas schiefe Fruchtknoten die eigentliche Larvenkammer der Galle bildet, die Blumenkrone knospenartig geschlossen und von lederartiger Consistenz, die Staubgefäße verbreitert sind; seltener betrifft die Veränderung den Fruchtknoten allein. Die Gallmücke befällt nach Löw außerdem noch Astragalus asper und Echium vulgare. Bei jenem werden nur die Hülsen deformirt, von den zwei Fächern derselben ist meist nur eins von der Larve bewohnt; sie bleiben in Folge dessen kleiner, sehen dunkelgrün aus und sind unfruchtbar. Bei Echium wird einer der 4 Theile des Fruchtknotens zur Galle, über welcher dann die blaßröthliche Blumenkrone mit den Staubgefäßen knospenartig geschlossen bleibt. Auch an Celsia und Scrophularia soll das Insect vorkommen. Auf Verbascum etc.

9. Lasioptera Salviae *Schin.*, in deformirten Blütenknospen einer Salvia-Art, welche aus großen behaarten Schuppen bestehen, am Cap. Auf Salvia.

10. Diplosis Lonicerearum *F. Lw.*, in den Blüten von Viburnum Lantana, Lonicera Xylosteum, Sambucus nigra und S. Ebulus, welche geschlossen, meist geröthet und deren Blumenblätter etwas lederartig verdickt sind, während die Fructificationsorgane meist verkümmmern. Auf Lonicera u. Sambucus.

11. Hormomyia Ptarmicae *Vall.*, bewirkt Haarwucherungen der Blütenknospen von Achillea Ptarmica, wodurch die ganze Inflorescenz zu kugeligen, grauen Haarschöpfen umgewandelt wird. Auf Achillea Ptarmica.

12. Larven noch unbestimmter Cecidomyiden hat man gefunden in blasig angeschwollenen Blütenknospen von Teucrium Scordium und nach Thomas[1]) von Lamium maculatum, ferner in aufgetriebenen Blüten von Epilobium angustifolium, in angeschwollenen und kugelig geschlossenen Blüten von Clematis viticella, sowie in deformirten, rundlichen, zugespitzten Blüten nordamerikanischer Solidago-Arten. Auf verschiedenen anderen Kräutern.

13. Diplosis (Cecidomyia) Tritici *Kirby*, die Weizengallmücke, am Weizen, in Europa, sowie in Nordamerika, wo sie auch an Roggen und Gerste und wildwachsenden Gräsern vorkommen soll[4]). Sobald der Weizen seine Aehren hervorgetrieben hat, werden die Eier bis zu 10 Stück und mehr in das Innere einer Blüte eingelegt. Die nach 10 Tagen auskommenden, später lebhaft gelben, 2—3,3 Mm. großen Larven nähren sich vom Blütenstaub und besonders von dem jungen Fruchtknoten, in Folge dessen derselbe ganz verkümmert oder sich zu einem geschrumpften, verkrüppelten Korn entwickelt, und die Spelzen gewöhnlich ein gelb- oder schwarzfleckiges Aussehen bekommen. Die Larve verläßt vor der Ernte die Aehre, überwintert flach Weizengallmücke.

---

[1]) Halle'sche Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1877, pag. 135.
[2]) Revision der Gallmücken. Münster 1877, pag. 31 ff.
[3]) Verhand. d. zool.-bot. Ges. Wien 1875, pag. 22.
[4]) Vergl. B. Wagner in Stettiner Entomol. Zeitg. 1866, pag. 65 ff.

unter der Erde, und verpuppt sich im Frühlinge, worauf im Juni die etwas über 2 Mm. große Mücke auskommt. Der durch das Insect verursachte Ausfall der Ernte soll nicht selten 1/8, ja bis 1/2 betragen haben. Als Gegenmittel wird empfohlen: Stürzen der Stoppeln nach der Ernte, weil dann die Larven in eine Lage kommen, wo ihrer wenige zur Entwickelung gelangen können; baldiger Ausdrusch und Reinigung der Körner sowie Vernichtung des Abfalles, wenn derselbe noch Larven enthielt; Abschöpfen der Mücken von den Aehren.

VI. Zerstörung von Früchten.

Wenn Cecidomyiden sich in Früchten entwickeln, so werden mehr oder minder auffallende Degenerationen dieser Organe, theils Gallenbildungen, theils Zerstörungen, die mit einem Verderben derselben und ihrer Samen endigen, hervorgerufen. Wir kennen besonders folgende Fälle.

An Raps, Rübsen, Kohl.

1. **Cecidomyia Brassicae** *Wtz.*, die Kohlgallmücke, am Raps, Rübsen und Kohlarten. Die milchweißen, 1,6 bis 2,2 Mm. langen Larven leben in größerer Anzahl in den Schoten. Letztere erscheinen an der Stelle, wo jene sitzen, etwas aufgetrieben und werden zeitiger gelb als die gesunden. Die Larven verlassen die aufspringenden Schoten und gehen zur Verpuppung in die Erde, worauf nach 10 Tagen die 1—1,4 Mm. große Mücke erscheint, die dann wahrscheinlich noch mehrere Generationen auf anderen Cruciferen bildet.

Am Mohn.

2. **Cecidomyia Papaveris** *Wtz.*, die Mohngallmücke. Die fleischrothen, etwa 2,2 Mm. langen Larven leben zahlreich in den Köpfen des Mohns, sowie des Papaver Rhoeas und dubium, welche dann im Wachsthume zurückbleiben und mißfarbig erscheinen, und deren Samen von den Larven verzehrt werden.

An Stachelbeersträuchern.

3. **Asphondylia Grossulariae** *Fitch.* Die Larven leben in den jungen Früchten der Stachelbeeren, die dadurch zu großen, gelbgrünen oder röthlichen Körpern werden. Es ist hauptsächlich der röhrenförmige Theil des Kelches, dessen Wand dickfleischig wird und dadurch die Galle hervorbringt, während die Kelchzipfel fest übereinander liegen. Die so entarteten jungen Früchte fallen zeitig ab. Die zuerst in Amerika als sehr schädlich beobachtete Krankheit hat sich nach Thomas[1]) auch in Thüringen gezeigt, wo sie einen empfindlichen Ausfall in der Ernte zur Folge hatte.

An Birnbäumen.

4. **Cecidomyia nigra** *Mg.*, die Larven leben gesellig in jungen Birnen, an deren Fleisch zehrend, wodurch diese verkümmern und zeitig abfallen. Die Verwandlung geschieht in der Erde.

An Kirschbäumen.

5. **Spilographa Cerasi** *F.*, die Kirschenfliege. Die Larven, Kirschenmaden, sind die Ursache des Madigwerdens der Kirschen, indem sie gewöhnlich zwischen dem Kern und dem Stiel sich aufhalten und durch ihr Fressen das Weich- und Jauchigwerden der Früchte an diesen Stellen veranlassen. Sie verpuppen sich in der Erde. Die im Mai und Juni erscheinende Fliege legt ihre Eier in die jungen Früchte. Bekämpfung: Einsammeln der abgefallenen Früchte, Umgraben der Erde um die Bäume im Herbste.

Bohrfliegen an Compositen.

6. Zahlreiche Arten der Bohrfliege, **Trypeta**, deren v. Frauenfeld[2])

---

[1]) Halle'sche Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1877, pag. 131.

[2]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, November 1856.

59 Arten an mehr als 140 Compositen aufzählt, bringen an den Köpfchen dieser Pflanzen eine eigenthümliche Verderbniß hervor. Die Larven leben zwischen den Blüten und fressen die Früchte aus, zum Theil wol auch den Fruchtboden; die ausgehöhlten sowie die unversehrten Früchte sind dann mit einander und mit dem Fruchtboden verklebt. Letzterer erhärtet mehr oder weniger, und die etwa verschont gebliebenen Früchte verkümmern meist. Bisweilen entsteht zugleich eine Anschwellung des Fruchtbodens, z. B. erbsengroße Auswüchse an den Köpfchen von **Inula**-Arten, zapfenrosenartige Mißbildungen an den Zweigspitzen von **Gnaphalium angustifolium**. Einige Trypeten bohren auch in den Stengeln von Compositen. Am häufigsten finden sich diese Fliegen an Cynareen, wie **Centaurea, Carduus, Cirsium, Lappa, Onopordon, Serratula**; doch giebt es auch andere auf **Leontodon, Taraxacum, Sonchus, Lactuca, Tragopogon, Crepis, Hieracium, Senecio, Artemisia, Matricaria, Chrysanthenum, Anthemis, Tanacetum, Inula, Helianthus, Bellis, Aster, Petasites, Eupatorium** etc. Außer auf Compositen sind noch bekannt z. B. **Trypeta femoralis** in den Fruchtknoten von **Phlomis fruticosus**, **T. alternata** in den Früchten der Rose, **T. Meigeni** in denen der Berberize, **T. antica** in den Weißdornfrüchten, **T. oleae** *F.*, die Olivenfliege, deren Larven in Südfrankreich in den Oliven leben und diese verderben.

An Umbelliferen.

7. **Asphondylia Umbellatarum** *F. Lw.* (**A. Pimpinellae** *F. Lw.*). Die Larven leben in blasig aufgetriebenen Theilfrüchtchen verschiedener Umbelliferen, besonders von **Pimpinella Saxifraga**, auch **Daucus Carota, Pastinaca sativa, Torilis Anthriscus** etc.

An Erbsen.

8. **Diplosis Pisi** *Wtz.*, die Erbsenmücke. Die 4,5 Mm. langen, milchweißen Larven finden sich in großer Anzahl in den grünen Hülsen der Erbsen, an den Körnern derselben fressend. Sie verpuppen sich in der Erde.

An Thalictrum.

9. Eine Dipterenlarve in angeschwollenen Früchten von **Thalictrum**.

An Symphytum.

10. Eine desgleichen in deformirten Theilfrüchten von **Symphytum officinale**.

An Cytisus, Genista etc.

11. Eine **Cecidomyia** verursacht aufgetriebene, fleischige Anschwellungen der Hülsen von **Cytisus, Genista, Ononis, Spartium, Dorycnium**.[1])

VII. Stengelanschwellungen.

Natur dieser Gallen.

Viele Dipteren leben als Larven innerhalb von Stengeln und werden dadurch Veranlassung, daß der befallene Stengeltheil die Form einer Anschwellung annimmt, in deren Inneren die Larven sich befinden. Diese Gallen entstehen entweder dadurch, daß der Stengel in einer gewissen Strecke durch starkes peripherisches Wachsthum gleichsam aufgeblasen wird und inwendig eine Höhlung, die Larvenkammer, bekommt; die Blätter stehen daher hier auch ringsum auf der Galle. Da mit Eintritt dieser Gallenbildung der Vegetationspunkt des Stengels in seiner Fortbildung behindert wird, so befindet sich die Galle entweder an der Spitze des Hauptstengels oder, wenn sie aus kleinen Seitenzweigen entstanden ist, an der Seite des Stengels. Oder die Galle entsteht durch Wucherung

[1]) Vergl. v. Frauenfeld, Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien V. pag. 17.

einer Partie des Parenchyms eines Internodiums, womit auch eine locale abnorme Thätigkeit des Cambiums verbunden sein kann. Dann tritt die Galle als eine Anschwellung einseitig oder wol auch ringsum am Stengel auf, ragt wol auch bei hohlen Stengeln nach innen vor. Eine von allen anderen abweichende Gallenbildung ist die unten am Schlusse erwähnte der Weidenholzgallmücke, indem sie auf einer abnormen Thätigkeit des Cambiums alter Aeste beruht, die sich über größere Strecken derselben ausdehnt.

An Genista und anderen Papilionaceen.

1. **Asphondylia Genistae** *H. Lw.* Die Seitenzweiglein der Stengel von **Genista germanica**, welche normal zu einem blütentragendem Sproß auswachsen, sind zu einem 6—7 Mm. langen, bis 4 Mm. breiten, grünlichen, behaarten Körper aufgeblasen, der in seiner ganzen Länge eine einfache geräumige Höhlung bildet (Fig. 139), in welcher die Larve sich befindet. Diese blasig aufgetriebene Stengelachse ist anfangs überall geschlossen. Ihr Stiel d. h. der unverdickte Theil des Zweigleins trägt gleich dem unteren Theile der Galle normale kleine Laubblätter; der ganze obere Theil der Galle ist blattlos. Der Längsdurchschnitt zeigt die Gefäßbündel des Zweigleins in der Wand der Galle aufsteigend; die Larvenkammer ist daher wol als das erweiterte Mark zu betrachten. Die Larve verwandelt sich in der Galle, die Puppe sprengt letztere an ihrem Scheitel und fährt ein Stück heraus, um die Fliege zu entlassen. — Aehnlich sind die von **Asphondylia Coronillae** *Vall.*, an **Coronilla Emerus** und **minima** verursachten Gallen. Vielleicht gehören auch die von **Asphondylia Cytisi** *Ffld.* an **Cytisus austriacus** hierher. Die von **Asphondylia Ononidis** *F. Lw.* sind wegen der mangelhaften Beschreibung und Abbildung, die von ihnen gegeben ist, nur zweifelhaft hierher zu stellen.

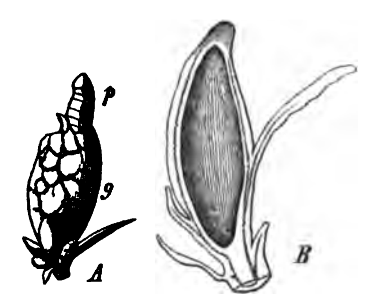


Fig. 139.
Stengelgalle der Asphondylia Genistae *H. Lw.* an Genista germanica. A ein Seitenzweiglein der Achse, zur Galle g angeschwollen, am Grunde noch mit den ersten Blättern des Zweigleins besetzt, an der Spitze durch die Puppe p durchbrochen. B Längsschnitt durch die Galle, die Höhle erscheint als das ausgeweitete Mark der Achse. Wenig vergr.

An Selaginella.

2. An **Selaginella pentagona** erzeugt nach Straßburger[1]) eine Cecidomyiden-Larve eine an der Seite der Stengel sitzende, spindelförmige, 20 Mm. lange, 2 Mm. breite Galle, welche sich als deformirtes, innen hohles Zweiglein darstellt, dessen Höhle von der Larve eingenommen ist. Die Zweiglein sind besonders dadurch merkwürdig, daß sie nicht wie die normalen Sprosse bilateral sind und nicht gegenständige Blätter, sondern 6 Zeilen in alternirend dreizähligen Quirlen stehende Blätter haben, und demgemäß sogar mit einer dreiflächigzugespitzten (statt einer zweiflächig zugeschärften) Scheitelzelle wachsen. In der Gallenwand verlaufen aus dem Stengel kommende Ge-

---

[1]) Bot. Zeitg. 1873 pag. 105.

fäßbündel, die nach den Blättern gehen. Der Stiel und der untere Theil der Höhle wird durch schlauchförmig in dieselbe hineinwachsende Zellen ausgefüllt. Ueber die Entstehung der Galle ist nichts bekannt.

An Tamarix. 3. Eine unbestimmte Cecidomyiden-Larve hat man in Knospen von **Tamarix africana** gefunden. Die Knospe wird zapfenförmig, indem sie nicht zu einem Zweig auswächst und von den Knospenschuppen umgeben bleibt; die Achse enthält eine kleine ovale Larvenkammer.

4. Ebenfalls auf **Tamarix** kommen spindelförmige Anschwellungen sowol der blüten- wie der blättertragenden Zweige vor, die in der Achse eine Höhlung mit je einer Larve der **Diplosis Tamaricis** *Kollar* enthalten.

An Carum, Pimpinella, Daucus. 5. **Lasioptera carophila** *F. Lw.* Die Larven verursachen an der Spitze der Hauptstrahlen der Dolden von **Carum Carvi, Pimpinella Saxifraga, Daucus Carota** und anderer Umbelliferen 3—$3^1/_2$ Mm. dicke Anschwellungen, welche an dem Punkte stehen, wo die Strahlen der Döldchen entspringen, zwischen denen die einfache Larvenkammer zuletzt von der Larve geöffnet wird.

An Phragmites. 6. **Lasioptera flexuosa** *Wtz.* Die Larven leben gesellig in dem ganzen, mit schwarzer mulmiger Masse erfüllten Innenraum von Seitentrieben der Halme von **Phragmites communis**, wobei das Längenwachsthum nicht gehemmt, die Wand des Internodiums aber dick und hart wird. Die Larven verpuppen sich darin.

7. **Cecidomyia inclusa** *Ffld.* erzeugt im Innern der Halme von **Phragmites communis** reiskorngroße, einzeln oder dicht gedrängt an der Wand der Markhöhle fest angewachsene Gallen mit je einer Larvenkammer, in welcher auch die Verpuppung stattfindet.

An Carex. 8. **Cecidomyia Fischeri** *Ffld.* Die Larven finden sich in einer aus 2—3 länglichen Kammern bestehenden Anschwellung der Blattbasis von **Carex pilosa**, deren Halm dann sich nicht streckt, so daß mehrere Blätter fast in gleicher Höhe entspringen.

An Eryngium. 9. **Lasioptera Eryngii** *Vall.* erzeugt an den Stengeln von **Eryngium campestre** eine Anschwellung, in welcher mehrere Kammern mit ebensoviel Larven enthalten sind, welche sich daselbst verpuppen.

An Senebiera. 10. Eine Cecidomyiden-Larve erzeugt an den Stengeln von **Senebiera nilotica** 8—10 Mm. große, unregelmäßig runde, fleischige, grüne Anschwellungen mit je 2—3 Kammern.

An Inula. 11. **Cecidomyia Inulae** *Löw.* Bald am Stengel, bald über der Wurzel, seltener am Köpfchen von **Inula** stehende, erbsen- bis bohnengroße, länglichrunde, grüne Gallen mit einer einzigen Höhlung.

An Weiden. 12. **Cecidomyia Salicis** *Schrk.*, die Weidenzweiggallmücke, erzeugt an den einjährigen Zweigen verschiedener Weidenarten, besonders von **Salix caprea, cinerea** und **purpurea**, 1 bis 2 Cm. dicke, annähernd runde Anschwellungen (Fig. 140), die entweder ebensolang als dick oder, indem mehrere Gallen unmittelbar auf einander folgen, mehrmals länger sind. Sie nehmen häufig die Spitze des Triebes ein, indem der über ihnen befindliche Theil desselben zeitig verkümmert; aber bisweilen wächst auch der Sproß über ihnen weiter. Sehr oft ist die Galle das mächtig angeschwollene Blattpolster und bildet dann meist eine einseitige Beule; ja bisweilen ist allein der Blattstiel zu einer Galle von der Größe einer kleinen Bohne angeschwollen. Doch legt die Mücke das Ei auch mitten in das Internodium, so daß die Galle dann als einseitige oder ringsumgehende Anschwellung des Zweiges zwischen zwei

Blättern entsteht. In allen Fällen sind die angrenzenden Internodien sehr kurz, woraus hervorgeht, daß die Infection schon am jungen, im Frühlinge aus der Knospe tretenden Sproß erfolgt. Da nun gewöhnlich mehrere aufeinander folgende Blattpolster und Internodien inficirt werden, so findet oft eine Anhäufung der Gallen statt, und die Geschwülste erreichen demgemäß

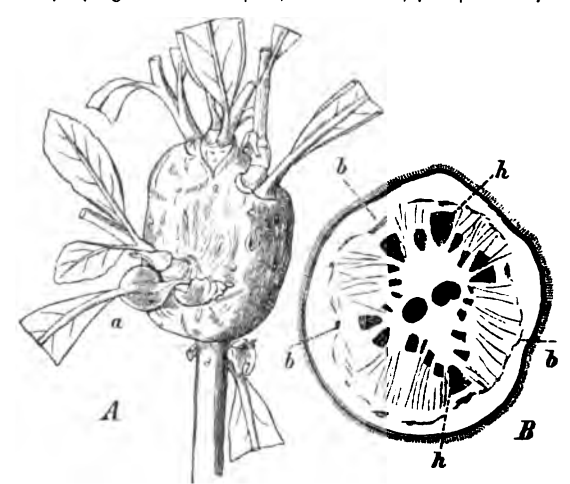


Fig. 140.

Stengelgalle der Cecidomyia Salicis an Salix caprea. A Stück eines Zweiges mit einer Anschwellung, an welcher mehrere kurz gebliebene Internodien betheilgt sind. Der Haupttrieb über der Galle ist kümmerlich; aber vier an der Galle stehende blattachselständige Zweige sind kräftiger entwickelt (hier abgeschnitten). Bei **a** ein Blattstiel zu einer Galle angeschwollen. B Durchschnitt durch die Stengelgalle, in der Mitte mit zwei Larvenhöhlen; hh Holzpartien, bbb Baststränge.

verschiedene Größe. Das Ei wird in das Mark des Zweiges abgelegt, wo sich auch später immer eine Höhlung mit der Larve befindet, die Gallenbildung beruht vornehmlich auf einer starken Hypertrophie der gesammten parenchymatischen Gewebe (Fig. 140 B). Das Mark erweitert sich, die Markstrahlen werden bedeutend verbreitert, so daß die Holzbündel weit aus einander rücken, werden aber auch in radialer Richtung sehr verlängert; die Zellen dieser Gewebe sind dem entsprechend vergrößert und radial stark gestreckt, fast schlauchförmig, dabei oft gegeneinander verbogen. Auch die Innenschicht der primären Rinde verdickt sich bedeutend, ihre ebenso gestreckten Zellen liegen mit ihrem längsten Durchmesser theils ebenfalls radial, theils schief, theils auch tangential. Die Zellen der äußeren Rindeschicht und besonders der Epidermis und der später sich bildenden Korkschicht zeigen dagegen ihre normale Größe und sind daher durch Theilung bedeutend vermehrt. Ist die Galle nur einseitig, so bilden sich im übrigen Theile des Stengelumfanges die Gewebe und insbesondere auch das Holz normal. Die Holzbündel innerhalb der parenchymatösen Wucherungen können durch ihr Cambium weiter erstarken und bilden oft lange, radiale Reihen von Holzzellen. Doch bleibt das parenchymatische

Gewebe immer vorherrschend; der dadurch sich ergebende Mangel an Härte und Festigkeit des Gewebes wird einigermaßen dadurch ausgeglichen, daß das Gewebe stellenweise etwas sclerenchymatisch wird, namentlich in der Rinde und in den Markstrahlen, wobei die Membranen sich etwas verdicken und die Tüpfel deutlicher werden. Die Knospen, die auf den Gallen sitzen, erreichen eine gewisse Ausbildung, und wenn der Gipfeltrieb verkümmerte, treiben sie wol sogar proleptisch einen neuen Sproß aus. Aber im Herbst sind diese Knospen vertrocknet und die etwa aus ihnen getriebenen Sprossen sowie der etwa über der Galle fortgewachsene Haupttrieb sterben ebenfalls ab. Die Galle bleibt während des Winters auf dem Zweige, die Larven überwintern und verpuppen sich darin; im Frühjahr, nachdem sie von den Mücken verlassen ist, ist sie abgestorben. Viel Schaden wird dadurch nicht veranlaßt, denn die Zweige bilden unterhalb der dürren Galle gleich wieder einen oder mehrere Ersatztriebe, welche das Wachsthum des Zweiges fortsetzen. —

Es werden noch andere Gallmücken angegeben, welche ebensolche oder ähnliche Gallen an Weiden veranlassen. So Cecidomyia salicina *Schrk.*, welche Giraud[1]) abgebildet hat, und welche an denselben Weidenarten vorkommen, aber die Gallen in den Blattpolstern erzeugen soll (wie oben erwähnt, kommen die Gallen der C. Salicis an verschiedenen Theilen der Zweige vor), ferner die **Cecidomyia salicis-batatas** *Wlsh.*, welche in Zweiganschwellungen verschiedener amerikanischer Weiden lebt.

13. Lasioptera berberina *Schrk.*, erzeugt an den Zweigen von Berberis zwischen den Dornen stehende, kropfförmige, höckerige, rothbraune, vielkammerige Auswüchse.

An Berberis.

14. Lasioptera Rubi *Heeg.*, erzeugt an den Stengeln verschiedener Rubus-Arten harte holzige Geschwülste mit grindartig rauher Oberfläche, die fast immer einseitig sind, nicht um den Stengel herum gehen. Sie brechen durch die primäre Rinde hervor, so daß letztere in Streifen theilweise noch über die Galle hinläuft (Fig. 141). Sie erreichen durch allmähliches Wachsthum oft bedeutende Größe, bis 3 Cm. in der Längenrichtung des Stengels, und bis 2 Cm. Dicke. Ganz kleine finden sich auch auf den

An Rubus.

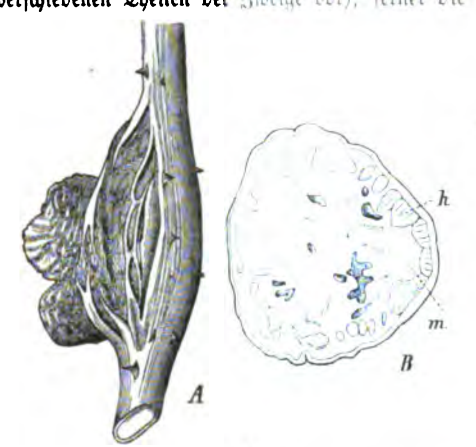


Fig. 141.

Stengelgalle der Lasioptera Rubi an einem Brombeerstengel. A Stengelstück mit der Galle, welche als einseitige Anschwellung die Außenrinde durchbricht. B dieselbe im Durchschnitt; rechts die unveränderte Seite des Stengels, zeigt bei m das Mark, bei h den nur an dieser Seite normalen Holzring. Nach links ist das Gewebe bedeutend hypertrophirt; in der parenchymatischen Grundmasse desselben bemerken wir mehrere Larvenhöhlen (die schraffirten Stellen) und zahlreiche kleine Holzstränge und Complexe solcher (die hellen Inseln).

[1]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1861, pag. 482. Taf. XVII. Fig. 4.

Blattstielen. Die Größe hängt von der Zahl der in ihnen lebenden Larven ab. Aus dem anatomischen Baue der Geschwülste ist zu erkennen, daß die Infection schon am ganz jungen Stengel stattfindet, wenn eben erst der Holzring angelegt und die ersten Gefäße in demselben entstanden sind. An der Stelle, wo der Parasit eingedrungen ist, beginnt eine Hypertrophie der Cambium- und inneren Rindeschicht. Dieselbe hat zur Folge, daß kein normaler Holzkörper, sondern eine unregelmäßig von verholzten Gewebepartien durchsetzte Parenchymwucherung von mächtigem Umfange erzeugt wird. In derselben unterscheiden wir keine distincte Cambiumschicht, vielmehr ist das ganze Wuchergewebe selbst in allen seinen Theilen, mit Ausnahme der Punkte, wo verholzte Zellgruppen sich gebildet haben, meristematischer Zelltheilungen fähig. Die verholzenden Stellen sind regellos zerstreut, bald nur wenigzellige Gruppen, bald größere Complexe; ihre Zellen sind theils kurz parenchymatisch, theils mehr gestreckt, getüpfelt; bisweilen bilden sich zugleich einzelne Gefäße. Diese Holzstränge stehen innerhalb des Wucherparenchyms theils der Längsachse des Stengels parallel, gleichsam den fehlenden Holzkörper wieder theilweise ersetzend, andere laufen radial und tangential schief in allen möglichen Richtungen. Ebenso verschieden sind auch die Richtungen, in denen die Zelltheilungen des dünnwandigen Parenchyms erfolgen; daher sieht man die reihenförmige Anordnung der Zellen desselben an den einzelnen Punkten wechselnd, hier annähernd radial, dort in anderen zum Radius schiefen, bald geraden, bald gekrümmten Linien. Wegen dieser verschiedenen und ungleichen Wachsthumsrichtungen wird auch die Oberfläche der Beulen eine unregelmäßig höckerige, selbst stellenweise zerklüftete. Aeußerlich grenzt sich das Gewebe durch Korkzellschichten ab. Anfangs findet man in den Wucherungen die Larven in zerstreuten, isolirten Lücken oder Gängen, um welche sich oft die Zelltheilungen radial zur Achse des Fraßganges orientiren. Später zerstören die Thiere den größten Theil des Galleninneren bis auf die verholzten Complexe, dringen daher auch bis an das Mark des Zweiges vor, welches nur durch wenige Holzgefäße von der Galle geschieden ist, so daß die Höhle mehr oder weniger auch bis in dieses reicht. Dieselbe ist zuletzt mehr oder weniger von geschwärzten Zellgewebeesten und Koth ausgefüllt. Die peripherischen Theile der Galle werden verschont; in ihnen kann das Wachsthum und die Verholzung weiter fortschreiten, wodurch die Galle größere Festigkeit erhält. Die Larven verwandeln sich in derselben.

An Muraltia.

15. **Lasioptera lignicola** *Schin.*, die Larve lebt in unregelmäßigen, festen, holzigen Anschwellungen der Stengel von Muraltia am Cap.

An Deverra tortuosa.

16. **Hormomyia buboniae** *Ffld.*, erzeugt brombeerähnliche Anschwellungen an den Stengeln von Deverra tortuosa bei Kairo. Um eine Verdickung des Stengels bilden sich 3—60 längliche Auswüchse mit je einer Larvenkammer.

An amerikanischen Weinstöcken.

17. An der amerikanischen Vitis riparia kennt man an Stengeln, Blattstielen und Blattrippen vielkammerige, oft sehr umfangreiche Anschwellungen, in denen die Larven von Lasioptera Vitis *O. S.* leben, sowie an Vitis cordifolia wallnußförmige, vielkammerige, am Stamme sitzende und später abfallende Gallen, welche von Larven einer unbestimmten Cecidomyide verursacht werden.

Weidenholz-Gallmücke.

18. **Cecidomyia saliciperda** *Duf.*, die **Weidenholzgallmücke** auf verschiedenen Weidenarten, am häufigsten auf Salix fragilis. Statt wie die meisten Gallmücken scharf abgegrenzte Gallen zu verursachen, befällt diese zu Tausenden die Zweige auf größeren Strecken, nicht selten in der Länge von 30 und 60 Cm., bald einseitig, bald im ganzen Umfange, und bewirkt in

der gleichen Ausdehnung eine eigenthümliche Hypertrophie des Holzes, nämlich eine Verdickung des letzten Jahresringes, die mit einer mäßigen Anschwellung des Zweiges verbunden ist. Es folgt darauf stets Absterben, Aufbrechen und Abfallen der Rinde daselbst. Diese hängt in langen Fetzen an den Zweigen oder bröckelt in kleineren Partien ab, bleibt auch wol stellenweise dem Holze angetrocknet stehen und zeigt dann die zahlreichen Fluglöcher der ausgeschwärmten Mücken. Das entblößte Holz hat eine Menge dicht an einanderstehender Löcher, durch die es netzförmig erscheint (Fig. 42 A). Dieselben sind 1—2 Mm. im Lichten, hohl oder mit mürber, schwarzer, desorganisirter Gewebemasse erfüllt oder wenigstens damit ausgekleidet. Sie correspondiren mit den Löchern der etwa vorhandenen Rinde und stellen die verlassenen Larvenkammern dar. Das zwischen den Löchern stehen gebliebene Holz zeigt einen den Löchern ausweichenden gewundenen Verlauf der Holzfasern; es ist meist abgestorben, bräunlich bis schwarzgrau. Diese krankhafte Veränderung ist zuerst von von Siebold[1]) und dann besonders von Ratzeburg[2]) untersucht worden. Die Eier werden nach dem Letzteren im Sommer abgelegt; wie ist nicht sicher bekannt, wahrscheinlich werden sie mittelst der Legeröhre unter das Periderm geschoben, obgleich Ratzeburg an dem noch lebendigen Zweige über den Larvenkammern keine mechanischen Verletzungen des Periderms erkennen konnte. Die aus den Eiern kriechenden Larven fressen nun einen Raum bis nach der Cambiumschicht hin und rufen dadurch einen Reiz in der letzteren hervor, der zu abnormer Thätigkeit derselben Veranlassung giebt. Im fertigen Zustande sieht es aus, als sei der während des Mückenanfalles gebildete letzte Holzring bis in seine innere Zone hin von den Larven ausgehöhlt. Aber Ratzeburg bezeichnet schon mit Recht die die Larvenhöhlen trennenden, netzförmigen Holzleisten als Wucherungen, welche über die zwischen ihnen befindlichen Larven emporgewachsen sind. Daß sie das und nicht stehen gebliebene Reste eines ursprünglich intacten Holzringes sind, geht unwiderleglich aus der Windung ihrer Holzfasern auf der Tangentialfläche hervor, welche wie bei der Maserbildung den Unterbrechungen ausweichen. Ratzeburg spricht von einer Verdoppelung des Jahresringes, die mit der Holzwucherung verbunden sei: er hat auf seinen Querschnittsfiguren an den Stellen, wo die leistenförmigen Holzwucherungen in den Holzkörper übergehen, eine Jahresringgrenze gezeichnet. Thatsächlich besteht eine solche aber nicht (vergl. Fig. 142 B). Auf die Jahresringgrenze des Vorjahres folgt zunächst eine intacte mehr oder minder breite Frühjahrszone von der normalen, durch zahlreiche Gefäße porösen Beschaffenheit; es ist der vor dem Mückenanfall im Frühjahr gebildete Theil. Dann folgt ohne Ringabgrenzung die meist sehr breite Region, in welcher die Larvenkammern liegen. In der Tiefe der letzteren sieht man die Holzbildung, nachdem einige Anordnung in die Form und Stellung der Holzelemente gekommen ist, unmittelbar sistirt, während sie in den Wucherungen sich fortsetzt. Die Holzbildung in den letzteren ist von Ratzeburg ebenfalls nicht correct geschildert worden. In derjenigen Region, welche mit dem Grunde der Larvenkammern auf gleichem Bogen liegt, also in derjenigen Zeit gebildet wurde, als die Larven die Cambiumschicht zu afficiren begannen, ist eine abnorme Holzbildung eingetreten: das Holz besteht hier mehr oder minder ausschließlich aus relativ

---

[1]) Ueber Cecidomyia saliciperda, in Verhandl. des schlesisch. Forstvereins. Breslau 1852.

[2]) Waldverderbniß II. pag. 320 ff. Taf. 48.

großen, unregelmäßig gestalteten und ganz regellos liegenden Holzparenchymzellen mit brauner Inhaltsmasse und gelben oder bräunlichen Membranen. Die Gefäße der unmittelbar vorangehenden normalen Region des Holzes zeigen sich oft mit Thyllen erfüllt. Sehr bald kehrt aber in den Wucherungen die Holzbildung insofern zur Norm zurück, als wieder regelmäßige radiale Reihen von Holzfasern mit weiten Gefäßen und Markstrahlen gebildet werden. Nur zeigt sich ein Unterschied darin, daß die Holzelemente etwas dünnwandiger, die Markstrahlen etwas zahlreicher und breiter, oft mehrreihig sind. An den

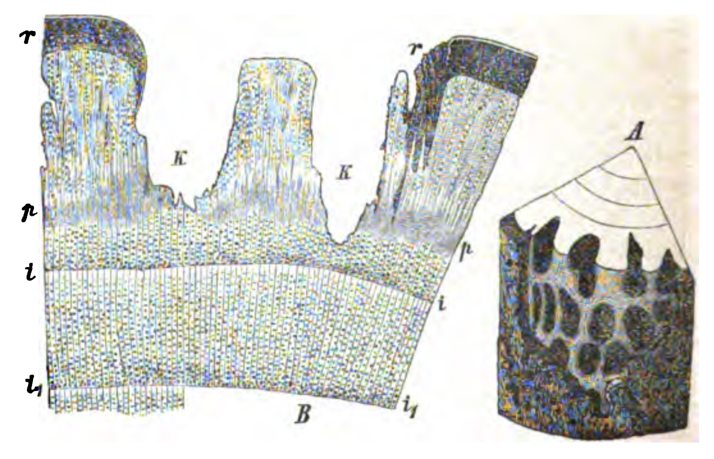


Fig. 142.

Gallenbildung durch die Weidenholzgallmücke (Cecidomyia saliciperda). A Stück eines befallenen mehrjährigen Astes von Salix **fragilis**. Die Rinde ist zum Theil entfernt, um die Larvenkammern im Holze zu zeigen. In der stehen gebliebenen Rinde sind die runden Fluglöcher des Insectes zu erkennen. B Querschnitt durch eine solche Stelle. kk die Larvenkammern, entstanden durch die Bildung dicker Holzwülste zwischen denselben, auf denen bei r und r noch die Rinde sich befindet. pp die Holzregion, welche zur Zeit des Mückenanfalles gebildet wurde und aus abnormem Holzparenchym besteht. Der zwischen p und i liegende Theil ist das normale Frühjahrsholz, welches vor dem Mückenanfall schon gebildet war. Zwischen i und i_1 der normale Jahresring des Vorjahres. Schwach vergrößert.

Rändern der Wucherungen aber, welche die Seitenwände der Larvenkammern bilden, bemerkt man, soweit es nicht durch den Fraß der Larve vernichtet ist, ziemlich großzelliges Holzparenchym. Auch zieht sich häufig die Cambiumschicht, die ja eigentlich nur im Grunde der Larvenhöhlen zerstört wird, von den Rücken der Holzwucherungen aus mehr oder weniger weit an den Wänden der Larvenkammern einwärts und bekleidet dieselben hier mit einer dünnen Rindeschicht, die später ebenso wie die oberflächlich liegende Rinde abstirbt und sich bräunt oder schwärzt. Die Verpuppung der Larven geschieht in den Zweigen, von wo aus die Mücken ihren Flug beginnen. Ich sah Zweige in allen Stärken, von zweijährigen bis zu armdicken befallen. Diejenigen, welche ringsum ergriffen sind, werden mit dem Absterben der Rinde der kranken Stellen dürr. Sie schlagen dann wohl unterhalb der letzteren wieder aus,

wenn die Dürre nicht den ganzen Zweig bis zu seiner Basis ergreift. Die einseitig befallenen erhalten sich am Leben, und es beginnt von den Wundrändern aus die Ueberwallung, welche, wenn kein neuer Angriff erfolgt, auch die Ausheilung bewirken kann. Nicht selten werden aber die Ueberwallungsränder und der gesund gebliebene Theil des Zweiges schon im Nachjahre wieder befallen, und dann ist wol immer die Vernichtung des Astes die sichere Folge. Die Mücke muß durch sorgfältiges Abschlagen alles kranken Holzes und Vernichtung desselben vertilgt werden.

VIII. In Blättern minirende Fliegenlarven.

Einige Fliegenlarven sind **Blattminirer**, sie leben in Blättern, bringen an denselben aber keine Gallenbildung, sondern nur eine Verwundung hervor, sie fressen nämlich das Mesophyll unter Stehenbleiben der beiderseitigen Epidermen und erzeugen dabei entweder enge Minengänge, in denen die Larve sich immer vorwärts bewegt, bald höhlen sie nach allen Richtungen ganze Partien des Blattes aus (pag. 73). Von den sehr zahlreichen, besonders den Gattungen Agromyza und Anthomyia angehörigen, auf den verschiedensten Pflanzen vorkommenden Arten seien hier nur einige der wichtigeren genannt, welche mitunter bei starkem Auftreten schädlich werden.

An Runkelrüben.

1. **Anthomyia conformis** *Fallen.*, die **Runkelfliege**, die 8—9 Mm. langen Larven höhlen einzelne Stellen der Blätter ohne bestimmte Gänge zu bohren aus, wodurch die Blätter mißfarbige Flecken bekommen. Die Larven verpuppen sich in der Erde. Es folgen sich im Jahre mehrere Generationen, so lange Runkelblätter vorhanden sind. Die Fliegen legen die Eier auf die Unterseite der Blätter; die auskommenden Larven bohren sich sogleich in das Blatt ein.

An Luzerne.

2. **Agromyza nigripes** *Meigen*, die **schwarzbeinige Feldfliege**, deren 2,5 Mm. lange Larven die Blätter der Luzerne aushöhlen, worauf diese verwelken und vertrocknen. Die Verpuppung geschieht in der Erde.

IX. Fliegenlarven, welche in Wurzeln und Stengeln Gänge fressen, ohne Gallenbildung hervorzurufen.

Die Fraßgänge der in Rede stehenden Larven haben entweder die Verderbniß der befallenen Theile, unter Umständen den Tod der Pflanze zur Folge oder machen doch die betreffenden Theile unbrauchbar und werthloser. Die Bekämpfung muß durch Beseitigung der befallenen Pflanzen geschehen. An Culturpflanzen sind besonders bemerkenswerth:

An Kohl, Raps ꝛc.

1. **Anthomyia Brassicae** *Bouché*, die **Kohlfliege**, deren 8—9 Mm. lange Larven an den fleischigen Wurzeln und Strünken der verschiedenen Brassica-Arten sowol äußerlich nagen, als auch in der Rinde Gänge bohren, wodurch die verletzten Stellen allmählich in Fäulniß übergehen. Die Blätter werden in Folge dessen gelb und welken; junge Pflanzen können dadurch zu Grunde gehen. Die Larven verlassen die Pflanze, um sich in der Erde zu verwandeln. Sowol Puppen als Fliegen können überwintern. Es folgen sich mehrere Generationen im Jahre.

In Radieschen.

2. Anthomyia radicum *Meig.*, die Radieschenfliege, deren Larven in derselben Weise wie die vorige die Wurzeln der Radieschen zerstört und dieselbe Lebensweise hat.

In Möhren.

3. Psila rosae *Fabr.*, die Möhrenfliege. Die 4,5 Mm. lange, gelbe Larve frißt Gänge in den Möhrenwurzeln, in Folge dessen diese braun werden und in Fäulniß übergehen und das Kraut welk wird, welche Erscheinung man als Wurmfäule bezeichnet; solche Möhren werden auch eisenmadig oder rostfleckig genannt. Die Larven verpuppen sich in der Erde.

In Zwiebeln.

4. Anthomyia caeparum *Hffsg.*, die Zwiebelfliege. Die Maden, sogen. Zwiebelmaden, bohren sich tief in die Zwiebel (Allium cepa) hinein, in Folge dessen diese trocken und gelb wird. — In derselben Weise zerstört A. platyura *Meig.* die Zwiebeln der Schalotte.

In Narcissenzwiebeln.

5. Merodon Narcissi *F.*, die Narcissenfliege. Die Larve frißt das Herz der Narcissenzwiebeln aus, wodurch diese faulen.

Im Spargel.

6. Platyparea poeciloptera *Schrk.*, die Spargelbohrfliege, deren 7—8 Mm. lange, gelblichweiße Maden senkrecht verlaufende Gänge im Innern der Spargelstengel bohren, welche dadurch sich krümmen, krüppelig wachsen, gelb oder faulig werden. Die Larven verpuppen sich am Grunde der Stengel, die Puppen überwintern. Die Eier werden im Frühjahre von der Fliege zwischen die Schuppen der jungen Spargelköpfe gelegt.

X. Fliegenlarven, welche zwischen der Blattscheide und dem Halme der Gramineen leben.

Einfluß auf die Pflanze.

Die Zwischenräume zwischen den Blattscheiden und dem Halme der Getreide- oder Graspflanzen bieten mehreren Dipteren den Aufenthalt für den Larvenzustand. Dies hat entweder eine wirkliche Gallenbildung des Halmes an dieser Stelle zur Folge, oder die Larve verursacht durch ihren Fraß eine Beschädigung des Halmes, ohne daß dieser zu einer Gallenbildung angeregt wird. Im letzteren Falle kann der Parasit das Absterben der Triebe, selbst den Tod der Pflanze zur Folge haben.

Hessenfliege im Getreide.

1. Cecidomyia destructor *Say.*, der Getreideverwüster, die Hessenfliege, deren Larve an allen Getreidearten und anderen Gramineen vorkommt und bisweilen bedeutende Zerstörungen anrichtet.[1]) Die Fliege entwickelt sich in zwei Generationen, wonach wir zwei Arten von Beschädigungen am Getreide unterscheiden. Die im Frühjahre umherschwärmenden 2,5—3,5 Mm. großen, schwarzen Fliegen legen ihre etwa 0,3 Mm. langen Eier an eins der unteren Stengelblätter des bereits in den Halm treibenden Getreides. Die bald auskriechenden, 3 Mm. langen, gelblichweißen Larven bewegen sich am Blatte abwärts bis zur Blattscheide, wo sie sich ständig niederlassen und den Halm anfressen. Dieser wird dadurch zwar nicht getödtet, die Wundstellen heilen aber auch nur selten durch Zellenwucherung, so daß Wind oder Regen die Halme kurz vor der Ernte knicken und das Feld wie vom Hagel getroffen aussieht. Um diese Zeit sind aus den Larven die Puppen geworden, die in den Stoppeln zurückbleiben. Aus diesen kommt im September die zweite Gene-

[1]) Vergl. Wagner, Untersuchungen über die neue Getreidegallmücke. Fulda u. Hersfeld 1861, sowie Haberland in Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien 3. Aug. 1864.

ration der Fliege, und für diese bilden nun die Wintersaaten die Brutstätte, entweder der Roggen ausschließlich, in Gegenden, wo der Weizen erst nach dieser Zeit gesäet wird, oder auf letzterem, wenn dessen Bestellung schon so früh geschieht. Die Larven leben hier unmittelbar über der Wurzel hinter den ersten Blattscheiden. Wenn viele beisammen sind, kann das Pflänzchen an der betreffenden Stelle etwas zwiebelartig anschwellen. Jedenfalls gehen die befallenen Pflanzen bis zum Frühjahre zu Grunde, indem namentlich die inneren Blätter gelb werden, verwelken und absterben. Die Wintersaaten werden dadurch stark gelichtet, streckenweise ganz zerstört. Auch hat man die Winterlarve in Gerste gefunden, die aus ausgefallenen Körner des Vorjahres aufgekeimt war. Wenn die Pflanzen verfaulen, so gelangen die inzwischen entstandenen Puppen auf die Erde; das Insect kommt dann in den Frühlingsmonaten aus. Als Gegenmittel empfiehlt sich mithin: die Wintersaaten nicht vor dem October auszusäen, den durch Samenausfall entstandenen Nachwuchs im Herbst unterzupflügen, beziehendlich abweiden zu lassen, stark inficirte Wintersaaten vor April unterzupflügen, endlich auch mit den Stoppeln dasselbe zu thun, oder sie abzubrennen, um die zweite Generation zu zerstören. Die Fliege ist in verschiedenen Gegenden Europas, z. B. in Schlesien, Preußen, Brandenburg, Hessen &c. beobachtet worden und tritt seit 1778 auch in Nordamerika verheerend im Weizen auf. Sie soll 1776 nach Canada durch hessische Miethssoldaten, welche auf Long Island gelandet waren, in dem mitgebrachten Stroh eingeschleppt worden sein.

In den Jahren 1813—1816 richtete in Baden und Würtemberg die rothe Larve (rother Kornwurm) einer Fliege, die als Getreideschänder, **Tipula cerealis** *Sant.*, bezeichnet wurde, am Spelz. und an der Gerste ungeheure Verwüstungen an, indem sie zahlreich zwischen den Blattscheiden und dem Halme lebte, der dadurch warzig, zackig und hin und hergebogen wurde und abstarb. Es ist nicht klar, ob dieser Schädiger etwa mit einer anderen Art identisch ist; man hat ihn bisher nicht sicher wiedergefunden, doch will ihn Cohn[1]) 1869 in Schlesien beobachtet haben.

Fritfliege im Getreide.

2. **Oscinis frit** *L.*, die Fritfliege, deren 2—4 Mm. lange, weißliche Maden meist einzeln zwischen den Blattscheiden über dem Wurzelknoten der jungen Getreidepflanzen bis zum Vegetationspunkte vordringen und hier durch Abnagen des jüngsten innersten Herzblattes und der Endknospe das Wachsthum des Halmes vernichten. Die schon gebildeten Blätter werden dann gelb oder roth, das Herz ist abgenagt, welk und faulig. Ganz junge Pflanzen gehen bis zum Grunde ein; ältere können aus ihren unteren Theilen durch Bestockung neue Triebe bilden. Die Wintergeneration dieser Fliege befällt und zerstört die Wintersaaten von Roggen und Weizen. Die Ende April oder Anfang Mai ausschlüpfenden Fliegen erzeugen dann eine zweite Generation und zwar an den jungen Sommersaaten, besonders Gerste und Hafer, die dann von demselben Schaden betroffen werden, der sich meist von den angrenzenden Wintersaaten strichweise in die Sommerungen verbreitet.[2]) Die Fliegen dieser Generation kommen im Juni aus und sollen, bevor sie an die Wintersaaten gehen, noch eine dritte Generation erzeugen an den Aehren von Hafer und Gerste, deren noch junge Körner sie theilweise zerstören. Diese Generation ist besonders in Schweden bekannt, wo die befallenen Körner eine schlechte Waare

[1]) Abhandl. d. schlesisch. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1868/69, pag. 196.
[2]) Vergl. Cohn, l. c. pag. 179 ff.

liefern, die man dort „Frit“ nennt. Es wird jedoch für möglich gehalten, daß die schwedische Fliege eine andere Art ist. Die Bekämpfung geschieht durch Beseitigen oder Unterpflügen der verdorbenen Pflanzen und durch Vermeidung des Anbaues der Sommersaaten in unmittelbarer Nähe der Wintersaaten, weil sonst die Angriffe sich auf jene concentriren.

Andere Fliegen beschädigen das Getreide ähnlich wie die Fritfliege.

3. Ferner sollen noch zwei andere Fliegenlarven an jungen Getreidepflanzen in derselben Weise wie die Fritfliege das Herz zerstören, nämlich: die glänzend weiße, 3—4 Mm. lange Larve der Wiesenfliege (Opomyza florum *Fabr.*), die auch auf Wiesengräsern vorkommt, und die schmutzigweiße, durchschnittlich 5 Mm. lange Larve der Getreideblumenfliege (Anthomyia Haberlandtii *Schin.*), welche eine Wintergeneration auf den Wintersaaten und eine Generation auf den Sommersaaten verschiedener Getreidearten hat.

Chlorops taeniopus am Weizen.

4. Chlorops taeniopus *Meigen*, die bandfüßige Halmfliege, deren 4—6 Mm. lange Larven zwischen der Scheide des obersten Blattes und dem obersten Halmgliede des Weizens sitzen und zur Folge haben, daß der Halm verkürzt bleibt und daß er die Aehre nicht aus der Scheide heraushebt, zugleich auch verdickt, massiv und mehr oder weniger schlängelig verkrümmt ist, was man als Gicht des Weizens bezeichnet; bisweilen bleiben auch die nächst vorhergehenden, nicht direct von der Larve berührten Halmglieder gestaucht. Die in der Scheide eingeschlossen bleibende Aehre bildet gewöhnlich keine oder nur schlecht entwickelte Körner; der Feldschaden kann daher ein sehr bedeutender sein. Die Larve frißt an dem obersten Halmgliede furchenförmige Gänge im grünen Rindeparenchym, dessen Zellen dann nach Cohn[1]) statt sich in die Länge zu dehnen und dadurch das Halmglied zu strecken, senkrecht auf den Fraßgang sich ausdehnen und dadurch eine abnorme Verdickung und theilweise Verkrümmung des Halmgliedes verursachen und außerdem am Wundrande Erineum-artig (pag. 673) auswachsen. Auch ergießt sich aus dem Fraßgang reichlicher Saft, der später vertrocknet. Die Gänge gehen von oben nach unten; am unteren Ende verpuppt sich die Larve, und aus der Puppe schlüpft Anfang August die vollkommene Fliege aus.

Andere Chlorops-Arten am Getreide.

5. Außerdem sind noch mehrere Chlorops-Arten am Getreide bekannt, welche in anderer Weise Gallenbildungen und Zerstörungen veranlassen. So Chlorops strigula *Fabr.*, deren Larve im April über dem Wurzelknoten des Roggens zwischen den Blattscheiden lebt, wodurch der Halm dicker, die Blätter breiter, die Pflanzen robuster werden; später gelangt die Larve am Halme etwas höher hinauf, dieser wird dann trocken und knickt um; die Larve verpuppt sich hier, und anfangs Juli kriechen die Fliegen aus. Ferner Chlorops lineata *Fabr.*, deren Wintergeneration ebenfalls über dem Wurzelknoten des Roggens und Weizens lebt, wodurch die Pflanze zwiebelartig anschwillt und endlich zerstört wird, wenn die Larven bis in die Mitte vordringen. Sie verpuppen sich daselbst; die Fliegen erscheinen im Mai. Diese legen ihre Eier an den Grund der Aehren unter die Blattscheiden, wodurch ähnliche Mißbildungen entstehen, wie bei Ch. taeniopus.

Sattelfliege am Weizen.

6. Diplosis equestris *Wgn.*, die Sattelfliege. Nach Wagner[2]) leben die Larven dieser bei Fulda, aber nicht häufig, beobachteten Fliege zwischen der obersten Blattscheide und dem Halm des Weizens. Die Scheide ist ein wenig aufgebläht, etwas oberhalb des Knotens finden sich in verschiedenen

[1]) Vergl. Flora 1865, pag. 204.

[2]) Stettiner entomolog. Zeitg. 1871, pag. 414. Taf. IV.

Höhen rothe Maden, jede die sattelförmige Vertiefung einer wallartigen Anschwellung des Halmes einnehmend und daselbst saugend. Die Anschwellung besteht aus bedeutend vergrößerten, unregelmäßigen Zellen, die nach innen bis zur Höhle des Halmes sich fortsetzen. Das Insect hat nur eine Generation, die Maden überwintern im Boden, die Flugzeit ist Mai und Juni.

Gallen an Poa nemoralis.

7. **Hormomyia Poae** *Bosc.*, erzeugt an den Halmen von **Poa nemoralis** eine oberhalb des **Knotens** stehende, 5—8 Mm. lange, eigenthümliche Galle, die aus einer Menge um den Halm gewickelter, hellbrauner, haarartiger Fäden besteht (Fig. 143). Dieselbe, schon bei älteren Schriftstellern erwähnt, wurde erst von Prillieux[1]) richtig beschrieben. Hiernach sitzt die Larve oberhalb des Knotens zwischen Halm und Blattscheide; die Folge ist, daß an dieser Stelle aus dem Halme ringsum, mit Ausnahme derjenigen Seite, auf welcher die Larve sich befindet, fadenförmige Auswüchse in großer Zahl hervorbrechen und die Blattscheide aufspalten. Diese Fadenmasse ist an der der Larve gegenüber liegenden Seite gescheitelt und nach beiden Seiten um den Halm herum gekrümmt, so daß die Larve von ihr ganz fest umhüllt wird. Die Fäden sehen zwar dünnen Würzelchen sehr ähnlich, stimmen aber wegen ihrer Stellung oberhalb des Knotens und auch hinsichtlich ihres Baues nicht genau mit ihnen überein. Letzterer zeigt aber doch insofern Aehnlichkeit, als ein von Parenchym umgebener centraler Fibrovasalstrang vorhanden ist, dem jedoch die Gefäße fehlen.

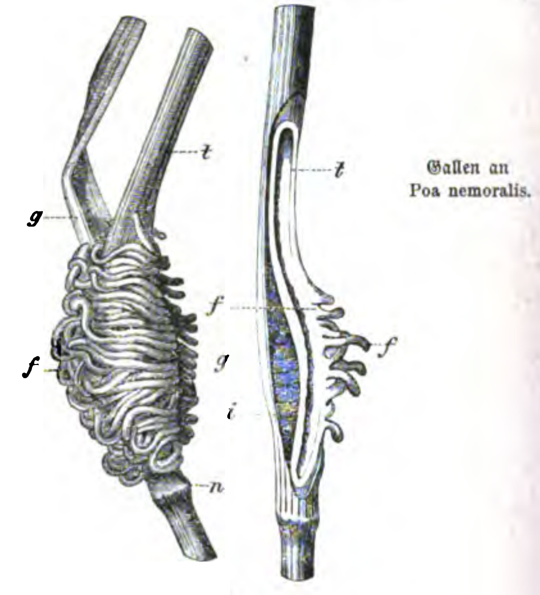


Fig. 143.
Galle der Hormomyia Poae an Poa nemoralis. Links die ganze Galle, rechts dieselbe der Länge nach durchschnitten. n der Knoten des Halmes, t der Halm, g die Blattscheide, f die zahlreichen Fäden, in welche der Halm ausgewachsen ist gegenüber der Stelle, wo zwischen ihm und der Blattscheide die Larve i liegt. Nach Prillieux.

XI. Fliegenlarven, welche äußerlich an Blättern leben.

Es giebt wenige Dipteren, die im Larvenzustande auswendig an und zwischen Blättern leben, diese entweder zu einer Gallenbildung veranlassen oder nicht, dann aber deren Entwickelung mehr oder weniger hemmen und sie zum Absterben bringen.

Kiefernscheidengallmücke.

1. **Diplosis (Cecidomyia) brachyptera** *Schwg.*, die Kiefern-

[1]) Ann. des sc. nat. 3. sér. T. XX. pág. 191.

scheidengallmücke. Die 2,5—4 Mm. lange, gelbrothe Larve lebt zwischen der Basis der beiden Kiefernadeln da wo diese von der Scheide umfaßt ist, und bewirkt durch ihr Saugen, daß das Nadelpaar im Wuchse zurückbleibt und gelb wird. Solche Nadelpaare findet man nach Ratzeburg[1]) meist zerstreut zwischen den grünen; der Schaden ist daher kein bedeutender. Die Verpuppung geschieht in der Erde. Die Mücken legen die Eier im Frühjahr zwischen die Nadeln der eben hervorkommenden jungen Triebe.

An Pinus inops.

2. An der nordamerikanischen Pinus inops leben nach Osten-Sacken[2]) Fliegenlarven zwischen der Basis des Nadelpaares, welche dadurch anschwillt und mit der benachbarten verwächst und wobei die Spitzen der beiden Nadeln stark divergiren.

Kiefernharzgallmücke.

3. Diplosis (Cecidomyia) Pini *Deg.*, die Kiefernharzgallmücke. Die der ersten sehr ähnlichen Larve lebt frei auf der flachen Seite der Kiefernadeln in einem äußerlich ansitzenden, 2—4 Mm. großen, weißen Harzcocon (Harzgalle), welcher aus dem zarten seidigen Gespinnste, umgeben von Harz, besteht. Einen bemerkbar schädlichen Einfluß auf die Nadel scheint sie nicht zu haben.[3])

Achtes Kapitel.

Hautflügler, Hymenoptera.

Merkmale der Hymenopteren.

Die Hautflügler sind durch ihre vier hautartig durchsichtigen und kahlen, mit wenigen Adern durchzogenen Flügel characterisirt. Ihren schädlichen Einfluß üben sie meist als Larven aus, indem sie in diesem Zustande theils durch ihren Fraß Pflanzentheile zerstören, theils Bewohner von Gallen sind. Als Larven sind die Hymenopteren sämmtlich gekennzeichnet durch das Vorhandensein eines Kopfes, der mit paarigen Mundtheilen ausgestattet ist; diejenigen der Gallwespen sind beinlose Maden, die der Blattwespen Raupen, jedoch mit mehr als 16 (meist 22) Beinen. oder auch mit 8 Beinen.

A. Gallwespen oder Cynipiden.

Merkmale der Gallwespen. Natur ihrer Gallen.

Die Gallwespen sind sehr kleine Hautflügler, welche durch ihren gestielten Hinterleib sich auszeichnen, und deren Larven ausnahmslos Bewohner von Gallen sind, in denen sie als beinlose Maden leben. Die größte Mehrzahl der Cynipiden bildet ihre Gallen auf den Eichen, viele auf den Rosen, verhältnißmäßig wenige auf anderen Pflanzen, und fast sämmtliche Eichen- und Rosengallen gehören auch den Cynipiden an. Im Verhältniß zu den beiden anderen Ordnungen des Thierreichs, in denen hauptsächlich Cecidozoen vorkommen, den Gallmilben und den Gallmücken, zeigen die Cynipiden eine weit ge-

---

[1]) Forstinsecten III. pag. 160.

[2]) Stettiner entomol. Zeitg. 1861, pag. 418.

[3]) Vergl. Ratzeburg, l. c. pag. 159.

ringere Mannigfaltigkeit der morphologischen Charactere ihrer Gallen, indem die letzteren hier sämmtlich zu den Galläpfeln nach der oben (pag. 737) gegebenen Definition gehören, d. h. durch Einlegen der Eier in das Innere der Pflanzentheile und somit als endogene, ringsum geschlossene Neubildungen zu Stande kommen. Allerdings zeigen diese Galläpfel hinsichtlich der Pflanzentheile, an denen sie vorkommen, und hinsichtlich der Gestalt, der äußeren Ausstattung und besonders des anatomischen Baues einen großen Reichthum an Formen. Wie alle Gallen so sind auch die der Cynipiden für die Pflanze insofern von schädlichem Einfluß als sie Nahrung entziehen und je nach den Theilen, an denen sie vorkommen, Laub, Knospen, Triebe oder Früchte mehr oder weniger verderben.

Allgemeine Entwickelung der Cynipidengallen.

Ueber die Entwickelung dieser Gallen liegen bis jetzt nur die Beobachtungen vor, welche von Prillieux[1]) an den Blattgallen von **Spathegaster vesicatrix, Spathegaster baccarum** und **Andricus curvator**, und von mir an den Blattgallen von **Cynips Reaumurii** und an den Knospengallen von **Cynips terminalis** und **Cynips foecundatrix** angestellt worden sind. Hiernach besteht der erste Anfang dieser Gallen darin, daß das Gewebe in der Umgebung der Stelle, in welche das Ei gelegt worden ist und an welcher sich die Larve entwickelt, in ein Theilungsgewebe (Meristem) übergeht. An den Blättern ist dies immer das Mesophyll, beziehendlich das Parenchym der Blattrippen, an den Stengeln des Mark oder das gesammte Grundparenchym, d. h. Mark, Markstrahlen und theilweise die Rinde, indem oft ohne bestimmte Regel die Eier in diese Gewebe vertheilt werden, so daß auch die ursprünglich kreisförmige Anordnung der Fibrovasalstränge in Unordnung kommen kann, was durch spätere Verzweigungen derselben sich noch steigert. Durch Wachsthum jenes Meristems entsteht der Gallenkörper, der an den Blättern bald als eine Verdickung der ganzen Blattmasse nach beiden Seiten hervortritt (innere Gallen nach Lacaze-Duthiers' Eintheilung), bald nur an der einen Blattseite hervorwächst (äußere Galle Lacaze-Duthiers'), an Stengeln durch Verkürztbleiben, aber starke Verdickung des inficirten Stengelstückes meist im ganzen Umfange desselben zu Stande kommt. Da das Dickewachsthum vorwiegend innere Gewebe betrifft, so behält die Galle an ihrer Oberfläche meist auch die ursprüngliche Epidermis und die ihr zunächst angrenzenden Zellenschichten, nur werden diese durch Zelltheilungen in der Richtung der Oberfläche entsprechend der Vergrößerung der Galle ausgedehnt. Zugleich können eigenthümliche neue Haarbildungen, beziehendlich vermehrte Bildung von Blättern an der Oberfläche der Galle eintreten. Manche Cynipiden legen nur an eine einzige Stelle ein Ei; die Galle enthält dann im Centrum eine einzige Höhlung, in welcher die Larve lebt. Andere pflegen viele Eier an eine Stelle, jedoch jedes an einen besonderen Punkt zu legen; dann befinden sich in der Galle zahlreiche Larvenkammern.

Anatomischer Bau derselben.

In dem Bau der Gallenwand, über welchen zuerst Lacaze-Duthiers[2]) viele Beschreibungen gegeben hat, kann man bei den meisten dieser Gallen, besonders bei den Blattgallen folgende drei Gewebe unterscheiden, in welche sich

---

[1]) Ann. des sc. nat. 6 sér. T. III., pag. 113 ff.

[2]) Ann. des sc. nat. 3. sér. T. XIX. pag. 273 ff.

das ursprüngliche Meristem differenzirt. 1. Die Außenschicht, bestehend aus der Epidermis, die bisweilen durch eine Korkschicht verstärkt ist, und aus einer darunter liegenden mehr oder minder mächtigen Schicht weichwandiger Parenchymzellen von übrigens sehr mannigfaltiger Beschaffenheit. 2. Die Hartschicht oder Schutzschicht, couche protectrice Lacaze-Duthiers', eine aus verholzten, sehr dickwandigen, punktirten Sclerenchymzellen bestehende Schicht von wechselnder Mächtigkeit. 3. Die Innenschicht oder das Gallenmark, couche alimentaire Lacaze-Duthiers', eine aus zartwandigen, kleinen, mit trübem Protoplasmainhalt erfüllten Parenchymzellen bestehende, mehr oder minder mächtige, die Larvenkammer auskleidende Schicht, welche von der Larve allmählich verzehrt wird, zum Theil wol auch allmählich in Bestandtheile der Schutzschicht sich umwandelt. Die Unterscheidung dieser drei Gewebe ist nicht bloß in anatomischer, sondern vorzüglich auch in physiologischer Beziehung, insofern als die Gallen Ernährungs- und Schutzorgane des in ihnen lebenden Parasiten sind, gerechtfertigt. Die von Lacaze-Duthiers noch benannten Schichten couche sous-épidermique, couche spongieuse etc. bedeuten nur einzelne Zonen des oben als Außenschicht bezeichneten Theiles mit Rücksicht auf die Zellformen, die aber bei den verschiedenen Gallen außerordentlich mannigfaltig sind und daher keine allgemein anwendbare Bezeichnungen gestatten. Die Fibrovasalstränge der Blattgallen sind Fortsetzungen der benachbarten des Blattes und verlaufen meist unter Verzweigungen und Anastomosen in der Außenschicht. In den Stengelgallen sind die Fibrovasalstränge, wie oben erwähnt, die ursprünglichen des Stengels. Meist erstarken sie nur unbedeutend, stellen dünne Bündel weniger Spiralgefäßzellen dar. In Gallen, welche nur kurze Zeit functioniren (vom Parasiten bald wieder verlassen werden) kann die Schutzschicht ganz fehlen, Außen- und Innenschicht grenzen aneinander oder sind wegen ihrer ähnlichen Beschaffenheit nicht differenzirt.

Beispiele einiger Gallenentwickelungen.

Zur Erläuterung dieser Entwickelung der Gallen mögen hier gewählt werden die oft zu Hunderten auf der Unterseite der Eichenblätter befindlichen, zierlichen, hemdenknopfförmigen Gallen der Cynips Reaumurii. Sie entstehen Anfang Juli auf den nahezu erwachsenen Blättern. Wenn noch kaum eine äußere Anschwellung den Ort des abgelegten Eies verräth, ist schon das Mesophyll rings um die in der Mitte liegende kleine, die junge Larve bergende Höhle in lebhafte Zelltheilung übergegangen (Fig. 144 A); das Gewebe hat den Character eines Meristem angenommen. Die an der Oberseite liegende Stichstelle ist durch Vernarbungsgewebe verwachsen, welches bisweilen noch zu erkennen ist (Fig. 144 Aw). Relativ wenig sind die unter der Epidermis der Oberseite (o) gelegenen Pallisadenzellen durch Zelltheilungen betroffen; sie sind vorwiegend durch Querscheidewände in Zellenreihen übergegangen. Vielmehr ist hauptsächlich die nach der Blattunterseite (u) gelegene Hälfte des Mesophylls meristematisch geworden, was schon zeitig eine sanfte Erhebung der Oberfläche an dieser Stelle zur Folge hat. Dieselbe tritt dann bald stärker hervor als ein convexes Polster, an dessen Rande die Epidermis durchrissen wird, so daß an dieser Stelle der Galle eine Neubildung von Epidermis aus inneren Zellen eintreten muß (Fig. 144 Be). Das hervorgewachsene Polster, welches anfangs aus der scharf unterschiedenen Epidermis und im Uebrigen nur aus Meristem besteht, ist der Anfang der eigentlichen Galle. Dieser Körper erstarkt nun beträchtlich und nimmt die abgeplattete Form der Galle an. Während die Larve sich ins Innere des Auswuchses zieht,

indem es seine Höhle durch Fraß nach dorthin erweitert, beginnt die Gewebedifferenzirung der Galle, welche durch Fig. 144 C verdeutlicht wird.[1]) Eine schließlich aus dickwandigen, porösen Sclerenchymzellen bestehende Schutzschicht s s umschließt ein aus dünnwandigen, mit trübem Inhalt versehenen Zellen bestehendes Mark mit der Larvenkammer. Umgeben ist sie von der Außen-

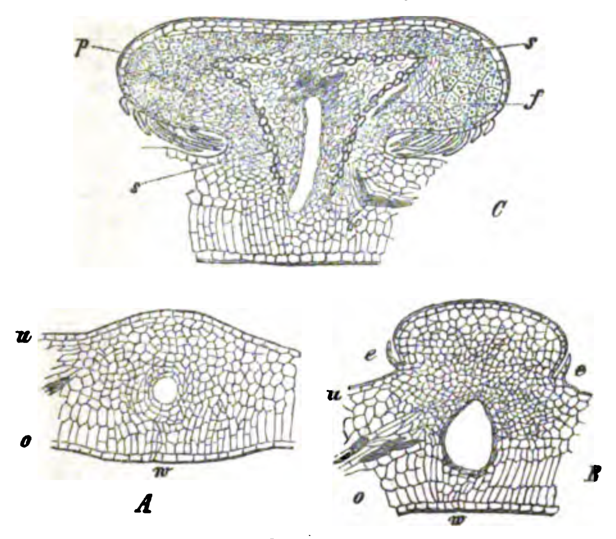


Fig. 144.

Entwickelung der Galläpfel der Cynips Reaumurii auf den Blättern von Quercus pedunculata. A erster Anfang, B nächstes Stadium, C junger Gallapfel. u Unterseite, o Oberseite des Blattes, e Epidermis. w Vernarbungsgewebe an der Stichstelle der Wespe. s Schutzschicht der Galle, innerhalb dieser Schicht das Mark mit der Larvenkammer. p stärkeführendes Parenchym der Außenschicht. f Fibrovasalstrang.

schicht, welche aus einem ziemlich großzelligen, reich mit Stärkekörnern erfüllten Parenchym, stark cuticularisirten, mit rother Inhaltsmasse erfüllten Epidermiszellen und an der Scheitelfläche aus einer unter der Epidermis soeben sich bildenden Korkschicht besteht. Eine innere Zone der Außenschicht, welche an die Seiten der Schutzschicht angrenzt, behält noch Meristemcharacter; sie bewirkt das allmähliche weitere Wachsthum der Galle in die Breite, und in ihr entstehen auch Fibrovasalstränge (Fig. 144 Cf), welche Fortsetzungen derjenigen des Blattes sind. An der fertigen Galle hat sich der ganze Körper, und mit ihm sämmtliche Gewebe beträchtlich in die Breite ausgedehnt; die Larvenkammer liegt jetzt, wie es durch die Anlage der Schutzschicht vorgeschrieben ist, als eine schmale Höhlung in querer Richtung. Jetzt ist auch die eigenthümliche Haarbekleidung der Galle vollendet. Dieselbe beginnt zeitig am unteren

[1]) Den Bau der fertigen Galle beschrieb schon Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 315 ff. u. Taf. 18, Fig. 5—9.

Rande derselben und schreitet allmählich bis an den Rand der Scheitelfläche hinauf. Sie besteht aus starken, einfachen Haaren, welche alle gegen die Basis der Galle hin gekrümmt sind.

Die von Prillieux angestellten entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen zeigen, daß der eben beschriebene Entwickelungsgang sich im Allgemeinen auch bei anderen Eichenblattgallen wiederfindet. Abweichungen kommen insofern vor, als bei der ebenfalls äußerlich an einer Seite des Blattes vortretenden kugelförmigen Galle von Spathegaster baccarum auch die Epidermiszellen des Blattes in vielmals wiederholte Theilung in tangentialer Richtung übergehen und dadurch ein Gewebe von 6 bis 8 Zellschichten bilden, welches gegen 30mal so dick als die normale Epidermis wird und mit zur Bildung der Außenschicht beiträgt. Auch die Galle von Spathegaster vesicatrix, welche eine innere ist, d. h. auf beiden Blattseiten hervorragt, hat nach Prillieux dieselbe Entwickelungsgeschichte; auch bei dieser betheiligt sich die Epidermis durch tangentiale Theilungen, wodurch die Epidermis zu 2—3 Zellschichten wird; Bildung einer Schutzschicht unterbleibt hier. Die dritte von Prillieux untersuchte Galle, die von Andricus (Cynips) curvator *Hart.*, ist insofern abweichend, als in dem großen Hohlraum der stets neben einem Blattnerv stehenden Galle entweder frei oder der Innenseite ihrer Wand leicht angeheftet eine kleine, nierenförmige, harte Innengalle sich befindet, welche die Larve enthält. Sie wird in ähnlicher Weise wie die vorigen angelegt, aber frühzeitig hört der aus Schutzschicht und Mark bestehende Kern auf sich zu vergrößern und wird zur Innengalle, während die Außenschicht weiter wächst, so daß eine Zerreißung eintritt und ein Hohlraum sich bildet, in welchem die Innengalle liegt. Die Außenschicht bildet endlich an ihrer Innenseite eine Art neuer Schutzschicht von dickwandigen, punktirten Zellen.

Lebensweise und Generationswechsel der Cynipiden.

Die Gallwespen schwärmen meist im Frühjahr und legen in dieser Zeit ihre Eier in die Pflanzentheile ab. Bei diesem Act ist die Erzeugerin der Rosenbedeguare, Rhodites Rosae *L.*, von Adler[1]) beobachtet worden. Das Thierchen sucht die Spitze eines Rosentriebes auf; hier senkt es die Hinterleibsspitze tief zwischen die noch unentfalteten Blätter; die Bauchspalte öffnet sich klaffend, indem das große pflugscharförmige letzte Segment nach abwärts gezogen wird, darauf tritt rasch der bis dahin im Hinterleibe verborgene Legestachel hervor und dringt ein um die Gegend des Vegetationspunktes zu erreichen. Dabei arbeitet die Wespe mit sichtbarer Anstrengung 24 bis 48 Stunden lang, 40 bis 50 und mehr Eier legend. Auch die eichenbewohnenden Gallwespen legen ihre Eier meist schon in die Knospe, und die Galle entwickelt sich erst mehr oder weniger lange Zeit nach dem Ausschlagen der letzteren. Die Gallenbildung scheint bei allen Gallwespen erst zu beginnen, wenn die Larven den Eiern entschlüpft sind und daher wol mehr eine Wirkung der Lebensactionen dieser zu sein. Alle Cynipiden verpuppen sich in den Gallen und die meisten überwintern auch in denselben, während diese noch auf der Pflanze sich befinden oder abgefallen sind. Sie überwintern in den Gallen entweder als Larve und verpuppen sich erst im Frühjahr, oder (da der Puppenzustand nur kurze Zeit dauert) als vollkommenes Insect. Das letztere verläßt die Galle, indem es sich ein kreisrundes Loch nagt. Einige bringen den Winter an geschützten Orten außerhalb der Galle zu. Von manchen Cynipiden sind nur Weibchen bekannt, und es ist nachgewiesen, daß manche parthenogenetisch Eier

[1]) Deutsche entomolog. Zeitschr. 1877. I. pag. 209 ff.

legen. Außerdem sind wir durch Adler (l. c.) über einen höchst eigenthümlichen Generationswechsel einiger Gallwespen aufgeklärt, der auch mit einem Dimorphismus ihrer Gallen verbunden ist, indem die beiden Gallenwespengenerationen auch zwei verschiedene Gallen erzeugen, die man bisher für diejenigen zweier verschiedener Cynipiden gehalten hat. Die linsenförmigen Gallen des Neuroterus fumipennis *Hartig*, bilden sich auf den Eichenblättern im Juli. Die Wespen schlüpfen Ende des Winters aus ihnen aus und legen schon im März ihre Eier in die Knospen, und zwar in jede nur ein oder wenige, wobei der Legestachel um die Schuppen der Knospe herum eindringt. Es bilden sich dann schon im Mai einzeln oder zu wenigen auf einem Blatte kugelige, weiche, in der Blattmasse liegende und beiderseits vorragende Gallen, aus welchen die total verschiedene Gallwespe Spathegaster albipes *Schenck* bereits im Juli ausfliegt. Diese begiebt sich auf die noch nicht ausgewachsenen Blätter und legt hier ihre Eier ab, worauf sich oft zu hundert und mehr auf einem Blatte die Linsengallen entwickeln, welche wieder dem Neuroterus das Dasein geben. Letzterer ist die Wintergeneration, welche im Frühjahre ihre Eier parthenogenetisch absetzt, während Spathegaster die sexuelle Sommergeneration ist. In derselben Weise gehören nach Adler zusammen: Neuroterus lenticularis *Olvr.* und Spathegaster baccarum *L.*, Neuroterus numismatis *Olvr.* und Spathegaster vesicatrix *Schlchtdl.*, Neuroterus laeviusculus *Schenck* und Spathegaster tricolor *Hartig*, Dryophanta longiventris *Hartig* und Spathegaster Taschenbergi *Schlchtdl.*, sowie Dryophanta scutellaris *Olvr.* und Trigonaspis megaptera *Pnzr.* Während bei diesen die Entwickelung der Generationen in einem einzigen Jahre vor sich geht, erfordert die der folgenden 4 Jahre: Aphilothrix radicis *F.*, welche mit Andricus noduli *Hartig* und Aphilothrix Sieboldi *Hartig*, welche mit Andricus testaceipes *Hartig* im Generationswechsel steht.

Inquilinen der Gallen.

Sehr häufig legen fremde Wespen, die nicht selbst Gallenbildner sind, ihre Eier in die Gallen, wo sich ihre Larven auf Kosten der letzteren und vielleicht auch von den Larven des Gallenbildners ernähren. Oft erhält man daher aus den Gallen statt des letzteren nur diese sogenannten Einmiether oder Inquilinen.

I. Eichengallen.

Vorkommen.

Es giebt keine Pflanzengattung, welche an Cynipidengallen so reich wäre, wie die Eiche. Am genauesten bekannt sind die Gallen der europäischen Eichenarten. Unter diesen kommen die allermeisten auf den mitteleuropäischen Eichenarten vor;[1]) dieselben dürften über den ganzen Verbreitungsbezirk dieser Eichen sich erstrecken; auch sind sie zum größten Theile in England gefunden worden[2]). Auf den orientalischen Eichenarten finden sich andere Gallen als auf den mitteleuropäischen. Auch die

[1]) Die ersten Beschreibungen dieser Gallen gaben Malpighi, De Gallis in Opera omnia, London 1687. T. I. und Réaumur, Mém. pour servir à l'hist. des Insectes. T. 3., IX. u. XII. Man vergl. besonders Hartig in Germar's Magazin f. d. Entomol. I. u. II., Schenck, Nassauische Cynipiden und ihre Gallen, in Jahrb. des Ver. f. Naturk. im Herzogth. Nassau. 1862, 1863., Giraud, in Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1859, pag. 337 ff., sowie L. Mayr, Mitteleuropäische Eichengallen. Wien 1871.

[2]) Nach Ormerod, refer. in Just, Bot. Jahresber. f. 1877, pag. 497.

nordamerikanischen Eichen sind sehr reich an Cynipidengallen; nach Osten-Sacken[1]), dem wir einige Kenntnisse darüber verdanken, hat jede der etwa 30 Eichenarten, die in den Vereinigten Staaten einheimisch sind, ihre eigenen Gallen, die von den europäischen verschieden sind; Czech[2]) fand an einer californischen Eiche 6 Cynipidengallen, von denen zwei mit europäischen übereinstimmen. Die im Folgenden aufgezählten Gallen beziehen sich, wo nichts anderes angegeben ist, auf die mitteleuropäischen Eichen (Quercus sessiliflora, pedunculata und pubescens).

Cynips scutellaris auf Blättern.

1. Cynips scutellaris *Oliv.* (C. folii *Hartig*). Bis über 1,5 Cm. große, kugelrunde, im Herbst auf der Unterseite der Blätter unserer Eichen an den Seitenrippen sitzende, gelbliche, oft rothbäckige, schwammig weiche und saftige Galläpfel (Fig. 145 a), welche im Centrum eine einzige kleine Larvenkammer enthalten und aus einem gerbstoffreichen Parenchym bestehen. Die Zellen desselben sind in radialer Richtung etwas gestreckt, nehmen nach innen an Größe ab, sind dünnwandig mit Ausnahme der innersten engsten, welche zum Theil dicke, getüpfelte Membranen haben und eine sehr dünne Schutzschicht um die Larvenkammer darstellen. Gefäßbündel durchziehen das Parenchym in verschiedenen Richtungen, unter Verzweigung und Anastomosirung, die Epidermis ist stark cuticularisirt, fast spaltöffnungslos. Die Wespe überwintert in der Galle auf dem abgefallenen Laub. Sie kommt nur in weiblichen Individuen vor, welche parthenogenetisch Eier legen, aus denen nach Adler (l. c.) die Trigonaspis megaptera *Pnzr.* als geschlechtliche Sommergeneration hervorgeht, deren Gallen aus Seiten- und Adventivknospen des unteren Stammtheiles und der Wurzeln der Eichen sich entwickeln. Diese sind kugelrund, 5—6 Mm. groß, weich, saftig, rosenroth, einkammerig; sie entwickeln sich im April, die Wespe erscheint aus ihnen schon im Mai, um dann wieder die Wintergallenform auf den Blättern zu

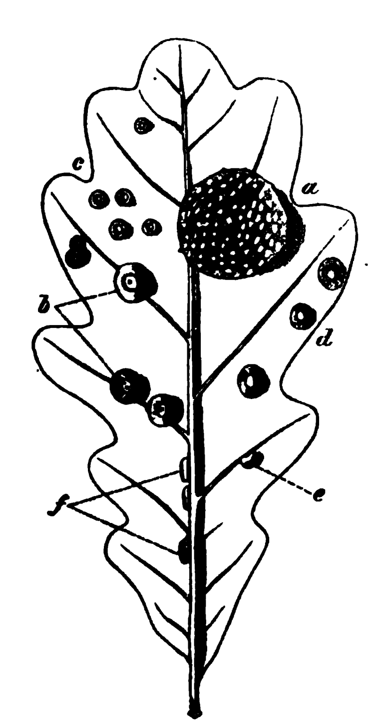


Fig. 145.

Cynipidengallen auf Eichenblättern. a von Cynips scutellaris, b von Cynips divisa, c von Neuroterus Reaumurii, d von Neuroterus Malpighii, e von Biorhiza renum, f von Neuroterus ostreus. Natürliche Größe.

[1]) Stettiner entomol. Zeitg. 1861, pag. 405 ff.

[2]) Bot. Zeitg. 1875, pag. 322.

erzeugen. Es sind dies wol dieselben Gallen, die v. Freyhold[1]) schon an jungen, sogar einjährigen Eichensämlingen, deren Wachsthum stark benachtheiligend, gefunden hat.

2. Cynips confluens *Harris* erzeugt auf der nordamerikanischen Quercus rubra eine dort sehr häufige kugelrunde, der vorigen sehr ähnliche Galle von schwammiger Substanz auf der Blattunterseite. Mehrere ähnliche Gallen kommen auf anderen nordamerikanischen Eichenarten vor.

C. confluens an amerikanischen Eichen.

3. Cynips longiventris *Hartig*. Blattgallen, denen der erstgenannten Wespe ähnlich, aber nicht viel über 7 Mm. groß, härter und oft mit rothen, kreisförmigen Binden.[2]) Ebenfalls an unseren Eichen, aber seltener. Die sexuelle Sommerform ist nach Adler Spathegaster Taschenbergi *Schlechtend.*

C. longiventris auf Blättern.

4. Cynips divisa *Hartig*. Gallen auf den Mittel- und Seitenrippen der Blattunterseite, kugelig, 5—6 Mm. groß, hart, glatt, glänzend, gelblich oder roth, einkammerig[3]), oft in großer Anzahl auf einem Blatte (Fig. 145 b). Die Wespe im Frühjahr.

C. divisa auf Blättern.

5. Cynips disticha *Hartig*. Auf der unteren Blattseite sitzende 2—5 Mm. große, abgestutzt kegelförmige oder fast walzige, oben eingedrückte, harte, durch eine horizontale Scheidewand zweifächerige, nur im oberen Fache bewohnte Gallen, im Herbst.

C. disticha auf Blättern.

6. Biorhiza renum *Hartig*. Auf den Seitenrippen der Blattunterseite sitzende, 1—3 Mm. große, nierenförmig-rundliche, harte, dünnwandige, glänzende, gelbe oder röthliche, reif abfallende Gallen (Fig. 145 e), im Herbst.

Biorhiza renum auf Blättern.

7. Neuroterus ostreus *Hartig*. Die Galle sitzt unterseits an der Mittelrippe, ist meist 2 Mm. groß und besteht aus einer der Länge nach muschelartig sich spaltenden, häutigen Außenschicht, in welcher die länglichrunde, gelbe, harte, dünnwandige, einkammerige Innengalle sich befindet, welche später herausfällt (Fig. 145 f) und meist von Inquilinen bewohnt ist.

Neuroterus ostreus auf Blättern.

8. Neuroterus Malpighii *Hartig* (N. lenticularis *Oliv.*). Gallen linsenförmig, kreisrund, 3—4 Mm. im Durchmesser, am Rande flach, in der Mitte mit nabelförmiger Erhöhung, mit kurzen, rothbraunen Haaren bedeckt, in der Mitte der Basis mit kleiner Stelle ansitzend (Fig. 145 d), auf der Unterseite, seltener auf der Oberseite des Blattes, oft in großer Anzahl, im Herbst reif. Die Wespe erscheint im Frühjahr, legt die Eier im März in die Knospen, worauf sich nach Adler als Sommergeneration Spathegaster baccarum entwickelt, dessen oben (pag. 768) erwähnte, kugelige, 4—7 Mm. große, in der Blattmasse sitzende und unterseits vortretende, auch an den männlichen Kätzchen sich bildende, sehr weiche, saftige Galle schon im Mai entwickelt ist und nach wenigen Wochen von der fertigen Wespe verlassen wird.

N. Malpighii auf Blättern.

9. Neuroterus laeviusculus *Schenck*. Gallen der Wintergeneration denen der vorigen sehr ähnlich, aber an der Basis gewölbt und kahl. Die Gallen der Sommergeneration haben dieselbe Entwickelungszeit wie die der vorigen, sind jenen ähnlich, 2—5 Mm. groß, jung roth oder weiß behaart und gehören nach Adler dem Spathegaster tricolor *Hartig* an.

N. laeviusculus auf Blättern.

10. Neuroterus Reaumurii *Hartig*. Die oben beschriebenen, ungefähr 2 Mm. großen, hemdenknopfförmigen, mit ringförmigem seidenartig be-

N. Reaumurii auf Blättern.

---

[1]) Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 26. Mai 1876.

[2]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 303.

[3]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 301.

haartem Wulst am Rande versehenen, oft zu mehr als 100 auf der Unterseite des Blattes sitzenden Gallen (Fig. 145 c), die im Herbst reif sind.

Andricus curvator auf Blättern.

11. Andricus curvator *Hartig*. Die oben (pag. 768) erwähnte 4—5 Mm. große, dünnwandige, und in ihrer Höhlung eine Innengalle bergende, auf beiden Blattseiten ziemlich gleich halbkugelig vorragende Galle, welche an dem eingezogenen Blattrande, neben der Mittel- oder Seitenrippe sich bildet und um welche das Blatt zusammengezogen und gekrümmt ist. Die Galle ist im Mai reif.

Blattgallen an Quercus coccifera u. ilex.

12. Andricus cocciferae *Licht.* erzeugt an den Blättern und Blattstielen von Quercus coccifera in Südfrankreich siegellackrothe Gallen, sowie ebendaselbst A. ilicis *Licht.* an den Blättern von Quercus ilex grüne Gallen, nach Lichtenstein[1]).

Blattgallen an Q. cerris.

13. Auf Quercus cerris sind durch Giraud[2]) mehrere Blattgallen bekannt geworden, und zwar von: a) Neuroterus lanuginosus *Gir.*, Galle auf der Unterseite des Blattes, 4—5 Mm., etwas breiter als hoch und mit feinen Haaren bekleidet. b) Neuroterus saltans *Gir.*, Galle unterseits neben der Mittelrippe, ähnlich der von N. ostreus, 2 Mm. lang. c) Neuroterus minutulus *Gir.*, Galle auf den Seitennerven an der Unterseite, stecknadelkopfgroß, rund oder wenig abgeplattet, mit warziger Oberfläche. d) Andricus Cydoniae *Gir.*, Galle am Blattstiel und an den Zweigen, unregelmäßig rund, quittenähnlich, filzig, mit mehreren Larvenkammern; das befallene Blatt meist faltig zusammengezogen. e) Andricus multiplicatus *Gir.*, Galle der vorigen sehr ähnlich, aber ganz von Blattfalten umhüllt und später reifend als jene. f) Andricus nitidus *Gir.*, Galle auf der Blattunterseite, 4—6 Mm., genau rund, mit kurzen glänzenden Haaren bekleidet, und mit einer einzigen Larvenkammer. g) Spathegaster nervosus *Gir.*, Galle am Blattrande, johannisbeergroß, von schwammiger Beschaffenheit, einkammerig.

Blattgallen nordamerikanischer Eichen.

14. An nordamerikanischen Eichen sind besonders von Osten-Sacken (l. c.) viele Blattgallen von Cynipiden beschrieben worden, und zwar: a) Cynips quercus pisum *Fitch*, an Quercus alba auf der Unterseite des Blattes eine rundliche, mit einer harten, holzigen, netzförmigen Oberfläche versehene Galle. b) C. quercus tubicola *O. S.* an Quercus obtusiloba, Gallen zu 30—40 dicht beisammen auf der Blattunterseite, cylindrisch, röhrenförmig, an der Außenseite mit zahlreichen, kirschrothen Stacheln. c) C. quercus coelebs *O. S.*, an Quercus rubra, Galle am Blattrande, als Fortsetzung einer Seitenrippe, gestielt, spindelförmig, hellgrün. d) C. quercus lanae *Fitch*, an Quercus alba, dicht wollige, hasel- oder wallnußgroße Auswüchse an der Unterseite der Mittelrippe, welche viele Larvenkammern enthalten. e) Kleinere, rundliche, warzenförmige, wollige Auswüchse veranlaßt C. quercus verrucarum *O. S.* an Quercus obtusiloba. f) C. quercus palustris *O. S.* an Quercus palustris, Galle im Frühlinge an den jungen Blättern, kugelrund, an beiden Blattseiten vorragend, hohl und mit einem weißlichen, frei in der Höhle befindlichen Kern. g) Quercus futilis *O. S.*, an Quercus alba, der vorigen ähnliche, aber kleinere Gallen mit mehreren Kernen. — Aehnliche kleine, nur wenige Millimeter große Gallen sind noch von mehreren nordamerikanischen Gallwespen an anderen Eichenarten bekannt. h) C. quercus nigrae *O. S.*, an Quercus nigra. Die Galle ist eine häutige Anschwellung der Mittelrippe mit vielen Larvenkammern.

---

[1]) Ann. de la soc. entom. de France 1877. Bull. entom. pag. CII.

[2]) Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien 1859, pag. 337 ff.

Knospengallen von Cynips terminalis.

15. **Cynips (Teras) terminalis** *Hartig*. Aus einer End- oder Seitenknospe der Eichenzweige entsteht im Frühling statt eines belaubten Sprosses eine schwammige, bleiche oder rothbäckige, apfelförmige Galle, bisweilen von der Größe einer Kartoffelknolle, mit der sie auch morphologisch insofern übereinstimmt, als sie das vergrößerte Achsenorgan ist, an welchem die Blattbildung vollständig unterdrückt ist, und nur am Grunde noch Knospenschuppen sitzen. Durch ungleichmäßiges Wachsthum wird der Körper mehr oder weniger längsrippig oder sogar gelappt. Auch sind oft mehrere Knospen zugleich in Gallen umgewandelt, letztere sitzen dann traubig beisammen. Die Oberfläche ist glatt, die Epidermis spaltöffnungslos. Das Parenchym ist mächtig entwickelt, schwammig wegen großer lufthaltiger Intercellularen, die durch eine stellenweise fast sternförmige Gestalt der Zellen erzeugt werden; die Zellen sind chlorophylllos. Von der Basis aus durchziehen Gefäßbündel anastomosirend und in verschiedenen Richtungen laufend das Parenchym. Letzteres ist durchsäet von den zahlreichen, kleinen Larvenkammern.[1]) Diese sind anfangs runde Nester von interstitienlosem, meristematischem Parenchym, in der Mitte mit einer die Larve einschließenden Höhlung. Sie sind von Fibrovasalsträngen umzogen, welche auch in das Meristem sich verlieren. Aus letzterem entsteht später eine die Kammerwand bildende Schicht dickwandiger, verholzter Sclerenchymzellen. Die Wespe erscheint im Juni und Juli. Die Gallen bleiben an den Zweigen bis zum anderen Frühjahr; nach Verschwinden des schwammigen Gewebes sind dann nur die dicht beisammenstehenden, durchlöcherten, holzigen Larvenkammern vorhanden. — Aehnlich scheint die Galle zu sein, welche in Nordamerika C. quercus batatas *Fitch* an Quercus albas erzeugt.

Knospengallen von C. Kollari.

16. **C. Kollari** *Hartig*. Die Gallen beginnen sich schon vor dem Winter zu entwickeln und sind im Frühjahr reif, befinden sich an der Stelle einer Winterknospe oder kommen neben derselben hervor, die dann stets verkümmert. Sie entstehen ebenfalls als eine mächtige Anschwellung des Achsenorganes der Knospe, sind fast genau kugelrund und bis 2 Cm. im Durchmesser (denen der C. scutellaris sehr ähnlich), glatt, braungelb, fast ganz aus schwammigem, von dünnen Gefäßbündeln durchzogenen Gewebe bestehend und im Centrum mit einer runden, holzigen Larvenkammer[2]). Gewöhnlich sind die meisten Knospen eines Zweiges in dieser Weise deformirt.

Aleppo-Galläpfel

17. **C. tinctoria** *L.*, ist die Veranlasserin der officinellen Aleppo-Galläpfel oder Levantischen Galläpfel, welche in Kleinasien und der Türkei an Quercus infectoria vorkommen, als 2—3 Cm. große, kugelige, an Seiten und den Spitzen der Zweige sitzende Gallen, von den vorigen durch größere Härte und höckerige Oberfläche unterschieden.

Knospengallen von C. foecundatrix.

18. **C. foecundatrix** *Hartig* verwandelt die End- und Seitenknospen in eine bis 2,5 Cm. lange, artischokenförmige Galle, welche im Gegensatz zu den vorigen mit einer mächtigen Entwickelung von Knospenschuppen verbunden ist (Fig. 146). Statt zu normalen Winterknospen sich auszubilden, vergrößern sich die inficirten Knospen rasch. Sie fahren dann in der Bildung von Knospenschuppen fort, d. h. es werden keine Laubblätter, sondern nur die Nebenblätter derselben in veränderter Form und Größe gebildet, und zwar kommt deren eine ungewöhnlich große Zahl zur Entwickelung. Die Achse der Knospe nimmt nämlich mehr eine napfförmige, an die Eichelcupula erinnernde

---

[1]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag 330. Taf 18. Fig. 16, 17.
[2]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 291. Taf. 16, Fig. 1—7.

Form an. Die Mitte, in welcher sich die eigentliche Galle befindet, ist etwas wallartig von der in die Breite entwickelten Achse umgeben, und dieser ganze Achsenwall mit dichtstehenden dachziegelförmig übereinander liegenden Schuppenblättern besetzt (Fig. 146 A). Letztere sind ziemlich dicht behaart; die äußeren haben breit eirunde Form, die dann folgenden sind immer länger und schmäler: die inneren nehmen noch mehr an Breite, aber auch an Länge ab (Fig. 146 C). Die eigentliche Galle ist der verwandelte Vegetationskegel der Achse. Das Ei wird in diesen Kegel gelegt. Ueber dieser Stelle hört der Vegetationspunkt auf thätig zu sein, seine Zellen werden zu Dauerzellen, indem sie sich vergrößern und stark verdickte, gebräunte Membranen bekommen. Dagegen bleibt der von unten an die Stelle der Eiablage angrenzende Theil meristematisch; durch seine Zelltheilungen wird allmählich die Larvenkammer erweitert und abgerundet und der sie enthaltende Theil des Vegetationskegels zu einem etwas cylindrischen, eichelförmigen Körper verlängert, welcher nur im oberen Theile die Larvenkammer enthält, im übrigen massiv ist und aus einem weiten parenchymatischen Mark und einer grünen Rinde besteht, beide von aufsteigenden Fibrovasalsträngen geschieden und eine Zeit lang in ihren Zelltheilungen fortfahrend, wodurch die Galle sich vergrößert. Trotz des starken Wachsthums erzeugt dieser Vegetationskegel keine Blattbildungen. Diese beginnen erst unterhalb der eigentlichen Galle, und zwar fährt diese Region noch lange in der Erzeugung neuer Blattanlagen fort, wenn jene schon ansehnliche Größe erreicht hat. Nun erfährt die Galle ihre letzte Veränderung: bisher cylindrisch mit kegelförmigem Scheitel bekommt sie in der Höhe, wo das meristematische Gewebe an das Dauergewebe des Scheitels angrenzt, in einer ringförmigen Zone eine wallartige Wucherung des grünen Rindegewebes



Fig. 146.

Artischokenförmige Knospengalle von Cynips foecundatrix auf Quercus pedunculata. A Durchschnitt durch eine Galle, zeigt von den vergrößerten Schuppen umgeben die eigentliche Innengalle mit der Larvenkammer unter dem Scheitel. B Durchschnitt durch eine reife Innengalle, schwach vergrößert. C aufeinander folgende Formen der Schuppenblätter der Galle, a—f von außen nach innen.

welche sich immer weiter erhebt und endlich den spitzen Vegetationskegel überwallt, so daß die Galle zuletzt am Scheitel einen kleinen Krater hat, welcher von dem Vegetationskegel fast ausgefüllt ist (Fig. 146 B). In den Rindenwall setzen sich die Fibrovasalstränge fort. Inzwischen hat die entwickelte Larve den größten Theil des Markes der Galle ausgefressen; das ganze übrige Parenchym des Markes und der Rinde bräunt sich und verholzt. Die reife Galle fällt leicht zwischen den Schuppen heraus.

Knospengallen von Andricus inflator.

18. **Andricus inflator** *Hartig*. Hier wird die inficirte Knospe zwar als belaubter Sproß ausgetrieben, aber dieser bildet ganz oder an seinem Ende eine keulenförmige, aus verkürzten Internodien bestehende, aber meist normale Laubblätter tragende, bis 2 Cm. lange, bis 1 Cm. dicke Anschwellung. Der Länge nach durchschnitten zeigt sich dieselbe an ihrer Spitze durch eine dünne Schale, die später durchbrochen wird, verschlossen; darunter geht eine röhrenförmige Aushöhlung bis in die Mitte; auf dem Grunde derselben halb eingesenkt sitzt eine länglichrunde, hirsekorngroße, korkig-holzige Innengalle. Die Anschwellung besteht aus stark entwickeltem Rindegewebe; aber der massive Untertheil enthält in der Mitte eine sehr dicke Holzmasse, von welcher aus sich Holzstränge in den röhrenförmigen Obertheil fortsetzen. Später wird die Oberfläche der Galle ganz der des Zweiges ähnlich; auf ihr sitzen Blätter und meist auch wohlgebildete Knospen in den Achseln derselben; und in dieser Form erhält sich die Galle bis zum nächsten Frühjahr. — Auf nordamerikanischen Eichen giebt es ähnliche Anschwellungen der Zweigspitzen, z. B. die von C. quercus phellos *O. S.* an Quercus phellos.

Verschiedene andere Knospengallen mitteleuropäischer Eichen.

20. Von anderen Knospengallen der Eichen sind noch bemerkenswerth die von **Cynips globuli** *Hartig*, welche 2—4 Mm. groß, kugelig sind und von den Knospenschuppen umgeben halb in der Knospe stecken, die von C. **autumnalis** *Hartig*, welche bis 4 Mm. groß, rundlich oder länglich, an der Basis von den Knospenschuppen umgeben sind, im Herbst herausfallen, die von C. **collaris** *Hartig*, welche wenig über 2 Mm. groß, eiförmig, spitz, holzig, unter der Spitze gürtelförmig eingedrückt sind und oben etwas aus der Knospe ragen, und die von C. **ferruginea** *Hartig*, welche spindel- oder kegelförmig, bis 6 Mm. lang, holzig und nur an der Basis mit Spuren von Knospenschuppen versehen sind;[1]) ferner nach Giraud (l. c.) die von C. **caliciformis** *Gir.*, welche in d r Achsel der Blätter sitzen, rund, hart, holzig und an der Oberfläche gefeldert sind, ähnlich einer geschlossenen Eichelcupula; die von C. **polycera** *Gir.*, welche 12—15 Mm. hoch, umgekehrt kegelförmig, mit der Basis in der Blattachsel neben der Knospe inserirt, am Scheitel mit hörnchenförmigen Auswüchsen versehen und einkammerig sind; die von C. **glutinosa** *Gir.*, welche an den Seiten und Endknospen sitzen, kirschengroß sind, am Scheitel eine Vertiefung haben, in welcher ein klebriges Secret ausgeschwitzt wird, und eine Larvenkammer an der Basis enthalten und welche Czech (l. c.) auch an einer californischen Eiche beobachtete; die von C. **conglomerata** *Gir.*, welche traubig gehäuft um die Knospen sitzen, bis olivengroß sind und nahe unter einem vorspringenden Höcker eine Larvenkammer enthalten. Die Galle von **Spathegaster aprilinus** *Gir.*. entwickelt sich an Quercus pubescens schon wenn die Knospen kaum geöffnet sind, als ein runder, mit verkümmerten Blättern besetzter, zwischen den Knospenschuppen hervorwachsender Körper mit mehreren

---

[1]) Mit dieser ist vielleicht die von Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 310. Taf. 17, Fig. 4—6 beschriebene Galle identisch.

Larvenkammern, welche sehr bald verlassen werden. Ebenfalls auf Quercus pubescens die spindelförmige, auf langem Stiele aus den Knospen hervorragende, behaarte Galle von C. callidoma *Hartig*.

Knospengallen auf Q. cerris.

21. Auf Quercus cerris werden nach Giraud (l. c.) Knospengallen von Andricus burgundus *Gir.* verursacht, welche zu 10—15 aus einer Knospe entspringen, hirsekorngroß, eiförmig, einkammerig sind.

Knospengallen amerikanischer Eichen.

22. Auch auf nordamerikanischen Eichen giebt es nach Osten-Sacken (l. c.) einige, wahrscheinlich aus Knospen hervorgegangene Gallen, wie die kugelrunden, korkigen, einkammerigen Gallen von C. quercus globulus *Fitch* an Quercus alba, ferner eine spindelförmige, gerade oder gekrümmte, einkammerige Galle an Quercus falcata, die durch C. quercus ficus *Fitch* erzeugten blasenartigen, hellbraunen, dicht um den Zweig zusammengepreßten Gallen an Quercus alba, und die an derselben Eiche vorkommenden, von C. seminator *Harris* veranlaßten, wolligen, rosenrothen Gallen, welche den Zweig umgeben und eine Menge Kerne enthalten. An einer californischen Eiche kommt nach Czech (l. c.) eine an Stelle der Knospe stehende, gestielte, runde, bis 6 Cm. im Durchmesser große, glatte Galle mit mehreren Larvenkammern vor.

Gallen an Blütenkätzchen.

23. An den männlichen Blütenkätzchen der Eichen kommen vor außer den erwähnten Gallen von Spathegaster baccarum die ovalen, 3 Mm. langen, kahlen, gerippten Gallen von Andricus quadrilineatus *Hartig*, und mehrere andere ähnliche, deren Wespen noch unbekannt sind, sowie die 4—6 Mm. langen, gestielten, spindelförmigen, unter dem Ende mit einem weißen Haarkranz versehenen von Cynips seminationis *Gir.* An den männlichen Kätzchen von Quercus pubescens kommen hirsekorngroße, eiförmige Gallen von Andricus amenti *Gir.* vor. Quercus cerris hat an den männlichen Blüten in verschiedener Anzahl angehäuft die becherförmigen Gallen von Andricus aestivalis *Gir.*, sowie die traubenartig gruppirten, johannisbeergroßen Gallen von Andricus grossulariae *Gir.*[1]). An Quercus cerris entsteht auch durch Umwandlung einer weiblichen Blüte eine einer jungen Eichel ähnliche Galle mit mehreren Larvenkammern, welche schon entwickelt ist, wenn die Früchte noch sehr klein sind, und von Spathegaster glanduliformis *Gir.*, veranlaßt wird.

Knoppern.

24. Die officinellen Knoppern sind die in Ungarn und Süddeutschland durch Cynips calicis *Ratzeb.* an Quercus pedunculata erzeugten, zwischen der Eichel und dem Becher an einer Seite hervorwachsenden, mit ihrer Achse rechtwinkelig auf der Achse der Eichel stehenden, holzigen, eckigen und höckerigen Gallen mit einer einzigen Larvenkammer. — An Quercus cerris finden sich ebenfalls zwischen der Cupula und der Nuß entspringende, in einem Eindruck der letzteren sitzende, mehrkammerige verschieden gestaltete Gallen, welche von Andricus glandium *Gir.* herrühren.[2]) — Auch nordamerikanische Eichen, wie Quercus Prinus und verwandte Arten haben nach Riley[3]) aus dem Fruchtnäpfchen entspringende Gallen.

Stammgallen von Cynips corticalis.

25. Cynips corticalis *Hartig*. Die Gallen bilden sich im Juni an der Rinde junger Eichen, oft viele haufenweise beisammen, sie sind 4—6 Mm. lang, kegelförmig, holzig, braun.

Stammgallen von C. truncicola.

26. Cynips truncicola *Gir.* Die Galle sitzt am Stamme von

[1]) Vergl. Giraud in Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. Wien. 1859. pag. 356 ff.

[2]) Vergl. Giraud, l. c. pag. 355.

[3]) Refer. in Just, bot. Jahrsber. f. 1877. pag. 498.

Quercus pubescens, ist rund, erbsengroß, hart, an der Oberfläche durch Risse in regelmäßige eckige Felder getheilt, einkammerig.

27. **Cynips corticis** *L.* An Ueberwallungswülsten alter Eichenstämme bildet sich die bis über 6 Mm. hohe, 3 Mm. breite, becherförmige Galle, deren kreisförmige Mündung anfangs verschlossen ist, später von der Wespe durchbohrt wird. Sie sitzt mit spitz zulaufendem Stiele in der Rinde, so daß nur der Rand wenig hervorragt. Die Entwickelung dieser und der vorigen Galle ist unbekannt.

Stammgallen von C. corticis.

28. An Quercus cerris erzeugt nach Giraud (l. c.) **Cynips cerricola** *Gir.* einzeln oder gruppenweise um die Zweige stehende, erbsen- bis nußgroße kurzgestielte Gallen mit ein oder zwei Kammern, und **Dryocosmus cerriphilus** *Gir.* eine knotige, die ganze Peripherie der Zweige oder der Stämmchen umgebende Anschwellung, auf welcher zahlreiche kleine, runde oder spindelförmige einkammerige Gallen dicht stehen.

Stamm- und Zweiggallen an Q. cerris.

29. **Cynips rhizomae** *Hartig.* Die Galle ist derjenigen der C. corticis ähnlich, aber mehr kegelförmig, etwa 2 Mm. vorragend und in die Rinde des Wurzelstockes besonders junger Eichen, eingesenkt, theils dicht über dem Boden, theils in der Erde. Eine ähnliche Galle erzeugt C. **subterranea** an den unterirdischen Theilen von Quercus pubescens.

Wurzelgallen von C. rhizomae.

30. **Cynips (Aphilothrix) radicis** *F.* Die Galle sitzt an den Wurzeln alter Eichen, unter der Erde oder an deren Oberfläche und stellt eine mehrere Centimeter große, unregelmäßig rundliche, dem Holze eingewachsene, außen borkig rissige, sehr harte Anschwellung dar, welche zahlreiche, kugelrunde Larvenkammern enthält.[1]) Nach Adler ist es eine Wintergeneration, deren Wespen im Frühjahr erscheinen und deren Sommergeneration der **Andricus noduli** *Hartig* ist, dessen Galle sich im Holze junger Eichentriebe sowie der Blattstiele bildet als äußerlich vortretende kleine Beulen, wodurch die Theile krüppelig werden.

Wurzelgallen von C. radicis.

31. **Cynips (Aphilothrix) Sieboldi** *Hartig.* Eine derjenigen der C. rhizomae ähnliche Galle, welche meist dicht über der Erde in den Rissen der Rinde sitzt, kegelförmig, 4—5 Mm. groß, mit tiefen Längsfurchen versehen ist. Nach Adler gehört dazu als Sommergeneration **Andricus testaceipes** *Hartig*, dessen Galle eine Anschwellung des Blattstieles ist, in dessen erweiterten Markhöhle die Larvenkammer sich befindet.

Wurzelgallen von C. Sieboldi.

32. **Cynips serotina** *Gir.* erzeugt an den Wurzeln von Quercus sessiliflora und pubescens hanfkorn- bis kirschkerngroße, mit zahlreichen Fäden bedeckte Gallen, die meist in Mehrzahl zu einer Masse vereinigt vorkommen.

Wurzelgallen von C. serotina.

33. **Biorhiza aptera** *F.* bildet an den dünnen Wurzelzweigen der Eiche unter der Erde traubenförmig beisammen stehende Gallen mit rissiger Rinde und holziger Schale um jede Larvenkammer.

Wurzelgallen von Biorhiza aptera.

II. Rosengallen.

1. **Rhodites Rosae** *L.*, die Rosengallwespe, die Erzeugerin der sogen. Bedeguare, Rosenäpfel oder Schlafäpfel an den wilden Rosen. Dieselben stehen an den Spitzen der Triebe, erreichen 3—5 Cm. und mehr Durchmesser und sehen wegen der langen grünen oder rothen Fasern, mit denen sie dicht besetzt sind, einem Moosbüschel ähnlich. Sie entstehen aus mehreren, aufeinander-

Bedeguare der Rosengallwespe.

[1]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 328. Taf. 19. Fig. 1—3.

folgenden Internodien, welche verkürzt bleiben und deren Blätter mehr oder weniger verkümmern. Sie bestehen aus vielen traubig beisammenstehenden Anschwellungen des Zweiges, welche viele rundliche, von einer harten, holzigen Schutzschicht ausgekleidete Larvenkammern enthalten.[1]) Die moosartigen Fasern sind Auswüchse der Oberfläche, welche schon in den jüngsten Zuständen der Galle entstehen und mit dem weiteren Wachsthum derselben sich vergrößern und vermehren. Sie haben nicht den Character eigentlicher Haare, sind auch den Rosenstacheln nicht analog, sondern enthalten, obgleich sie dünner als letztere sind, in ihrer Mitte ein Gefäßbündel und bestehen im übrigen aus Parenchym. Sie sind monopodial verzweigt, die Zweige rechtwinkelig abstehend, kürzer und dünner als der Hauptstamm; die Form einer solchen Faser ist daher dem Thallus einer Bartflechte am nächsten zu vergleichen. Ueberdies tragen die Fasern auch einfache, einzellige, zerstreut stehende Haare. Wie Adler (siehe pag. 768) beobachtet hat, legt die Wespe ihre Eier an den Spitzen noch wachsender Rosentriebe in die Nähe des unter den noch geschlossenen Blättern liegenden Stengelvegetationspunktes. Die kleineren moosartigen Wucherungen mit einer oder wenigen Larvenkammern, die man bisweilen an einem der dem Bedeguar unmittelbar vorangehenden Blätter findet, erklären sich wol daraus, daß der Legestachel der Wespe nicht immer genau den nämlichen Punkt in der Knospe trifft. Die Bedeguare sind im Herbste reif und bleiben den Winter über an den Zweigen; die Wespen erscheinen aus ihnen im Frühjahr. — Man kennt auch glatte Bedeguare, welche sowol von Rhodites rosae[2]), als auch von einer neuen Art, Rhodites Mayri[3]) erzeugt werden sollen.

Rhodites spinosissimae.

2. Rhodites spinosissimae *Gir.* bringt an den Blättern der wilden Rosen sehr variabele Gallen hervor. Dieselben sind glatte, grüne oder rothe, halbholzige Geschwülste an der Blattspindel oder an den Blättchen. An letzteren treten sie oft als 3—5 Mm. große, linsenförmige oder kugelige, beide Blattseiten überragende Anschwellungen auf, deren jede eine Larvenkammer enthält. Wenn aber viele Einzelgallen zusammenfließen und sich bedeutend vergrößern, so werden die einzelnen Blättchen total deformirt und bilden zusammen eine einem Kuheuter vergleichbare Geschwulst, deren einzelne Theile bis 2 Cm. Durchmesser erreichen und als Reste der Blattfläche nur hin und wieder schmale, gezähnte, grüne Blattsäume oder Stacheln zeigen. Mehrere auf einander folgende Blätter können diese Deformation erleiden; die Internodien, obgleich selbst keine Gallen tragend, sind dann so verkürzt, daß die verwandelten Blätter dicht bei einander stehen und ein Complex von Gallen entsteht, der bis 5 Cm. im Durchmesser haben kann. Auch an den Kelchen und Früchten soll die Galle vorkommen.

Rh. Eglanteriae.

3. Rhodites Eglanteriae *Hartig* erzeugt die ziemlich kugelrunden, glatten, bleichen, oft rothbäckigen, 2—6 Mm. großen, mit schmalem Grunde meist auf der Unterseite der Blättchen oder an den Blattstielen der Rosa canina und rubiginosa sitzenden, einkammerigen Gallen.[4]) Ebensolche finden sich auf

[1]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 324. Taf. 18. Fig. 14, 15.

[2]) Schenck, l. c. pag. 245.

[3]) R. v. Schlechtendal. im Jahresber. des Ver. f. Naturk. zu Zwickau, 1876. Refer. in Just., bot. Jahrber. f. 1877, pag. 498.

[4]) Vergl. Lacaze-Duthiers, l. c. pag. 320. Taf. 18. Fig. 10—13.

Rosa centifolia, und diese sollen durch Rhodites centifoliae *Hartig* erzeugt werden.

Rh. rosarum.

4. Rhodites rosarum *Gir.*, ebenfalls an wilden Rosen. Die Gallen sind den vorigen ähnlich, aber etwas größer und härter und mit mehreren dornförmigen Auswüchsen besetzt.

Amerikanische Rosengallen.

5. In Nordamerika kommen nach Osten-Sacken[1]) auf den Rosen ebenfalls verschiedene Cynipidengallen vor. Von den rundlichen oder länglichen Anschwellungen an den Zweigen, welche eine Cynips tuberculosa *O. S.*, und von den unregelmäßigen, holzigen Gallen des Stammes, welche eine C. dichloceros *Harris* verursachen soll, ist aus der mangelhaften Beschreibung nicht zu entnehmen, ob sie mit unserer Nr. 2 vollkommen identisch sind. Ferner wird eine mit Nr. 4 übereinstimmende Galle erwähnt, deren Erzeugerin aber C. bicolor *Harris* genannt wird. Ein kleiner Bedeguar ist einmal gefunden worden. Endlich soll eine C. semipicea *Harris* an den Wurzeln der Rose rundliche, holzige, warzenartige Auswüchse erzeugen.

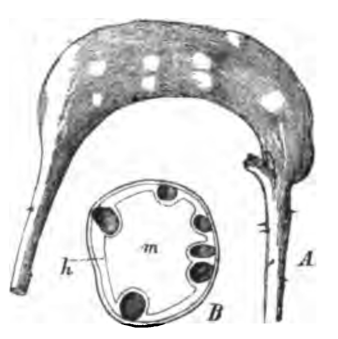


Fig. 147.

Galle von Diastrophus Rubi an einem Brombeerstengel. **A** die ganze Galle, eine Krümmung des Stengels veranlassend. **B** Querschnitt der Galle, **m** erweitertes Mark des Stengels, **h** der Holzring desselben, in welchem 6 Larvenkammern zu sehen sind.

III. Gallen an Pflanzen außer Eichen und Rosen.

An Brombeer- u. Himbeersträuchern.

1. Diastrophus Rubi *Hartig*, erzeugt an den Stengeln unserer Brombeer- und Himbeersträucher eine 3—8 Cm. lange, bis 1 Cm. dicke, glatte Anschwellung, die oft stark gekrümmt ist (Fig. 147). Dieselbe enthält zahlreiche runde Larvenkammern, welche um das bedeutend erweiterte Stengelmark in dem das letztere umgebenden Holzringe liegen, so daß sie mehr oder weniger weit in das Mark hineinragen; jede ist von einer holzigen Schutzschicht umgeben. Die Wespe fliegt im nächsten Frühjahr. — Eine ähnliche Galle scheint nach Osten-Sacken[1]) an dem nordamerikanischen Rubus villosus vorzukommen.

An Potentilla.

2. Aulax Potentillae *Vill.*, kugelige oder längliche, bis $^1/_2$ Cm. dicke, holzige, mehrkammerige Anschwellungen an den Ausläufern und Blattstielen von Potentilla reptans. Die ähnlichen Gallen an den Stengeln von Potentilla argentea sollen von einer anderen Gallwespe, Diastrophus Mayri *Reinh.*, herrühren.[2])

An Hieracium.

3. Aulax Hieracii *Bouché* bringt an den Stengeln mehrerer Hieracium-Arten, am häufigsten an H. murorum und H. sylvaticum eine ungefähr kugelige, bis 2 Cm. im Durchmesser große, mehr oder weniger dicht behaarte Galle hervor (Fig. 148). Diese besteht aus dem weißen, schwammigen, stark vergrößerten Stengelmarke, in welchem zahlreiche runde Larvenkammern, jede von holziger Schutz-

---

[1]) l. c. pag. 415.

[2]) Vergl. Verhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien 1876. Sitzungsber. pag. 11.

schicht umgeben, bis in die Mitte zerstreut liegen, und die Gefäßbündel durch Verschiebung und durch Verzweigung regellose Stellung haben. Häufig steht die Galle unmittelbar unter dem Blütenstande, und dann kommen die Köpfchen oft zur normalen Entwickelung (Fig. 148 A); oder sie steht am blättertragenden Theile des Stengels, besteht dann aus verkürzten Internodien und trägt mehrere Blätter dicht beisammen; oder endlich sie bildet sich unmittelbar über den Wurzelblättern, statt des Stengels hat die Pflanze dann nur eine große Galle, die von einem oder einigen normal gebildeten Wurzelblättern ernährt wird (Fig. 148 B). Eine ähnliche Galle bildet **Aulax Scorzonerae** *Gir.* an **Scorzonera humilis** und **S. austriaca.**

Fig. 148.

Gallen von Aulax Hieracii an Hieracium murorum. A Gallen im Blütenstande. B Galle unmittelbar über dem Wurzelstock an Stelle des Stengels, nur ein Wurzelblatt ist vollkommen entwickelt. C Durchschnitt durch die Galle, zeigt das schwammige Gewebe, in welchem zerstreut viele runde, holzige, hohle Larvenkammern sich befinden.

An Scabiosa.

4. **Diastrophus Scabiosae** *Gir.*, bildet eine den vorigen ganz ähnliche Galle an den Stengeln von **Centaurea Scabiosa**, während **Aulax Jaceae** *Schenck* an den Blütenköpfchen von **Centaurea Jacea**; eine ähnliche Anschwellung erzeugen soll.

An Acer.

5. **Bathyaspis Aceris** *Först.* erzeugt kugelige, kahle, glatte Gallen auf den Blattrippen von **Acer Pseudoplatanus** und **platanoides.**

An Glechoma.

6. **Diastrophus Glechomae** *Hartig.* An den Blättern, Blattstielen, Stengeln und achselständigen Zweigen von **Glechoma hederacea** fleischig-saftige, ungefähr runde, behaarte, bis über 1 Cm. große Galläpfel mit meist einer Larvenkammer in der Mitte. Die ausgebildete Wespe überwintert in der Galle.

An Salvia.

7. **Aulax Salviae** *Gir.* erzeugt eine Galle, die aus kugeligen, bis erbsengroßen Anschwellungen der Früchtchen von **Salvia officinalis** besteht, die vom bleibenden Kelche umgeben sind.

An Papaver.

8. **Aulax Rhoeadis** *Hartig* bewirkt eine Anschwellung der Kapsel von **Papaver Rhoeas**, welche von der mehrkammerigen Galle ganz ausgefüllt wird; dieselbe entsteht aus einer Wucherung der Scheidewände. Dagegen erzeugt **Aulax minor** *Hartig* in den kaum vergrößerten Kapseln derselben Pflanze kleine, kugelige, den Scheidewänden angewachsene Gallen.[1])

[1]) Vergl. Mayr, Europäische Cynipidengallen. Wien 1876.

9. An der Basis von Gramineenstengeln soll nach Mayr (l. c.) eine Gallwespe birn- oder spindelförmige Anschwellungen mit mehreren Larvenkammern erzeugen.

An Gramineenstengeln.

10. Eine spindelförmige, etwas gekrümmte Anschwellung der Wedelbasis von Pteris aquilina, der Galle von Diastrophus Rubi ähnlich, rührt wahrscheinlich auch von einer Cynipide her.[1])

An Pteris aquilina.

B. Blattwespen und Holzwespen.

Diese unterscheiden sich von den Cynipiden leicht durch den sitzenden, nicht gestielten Hinterleib und durch ihre Larven, sogenannten Afterraupen, welche meist 22, selten 8 Beine haben. Die meisten dieser Hautflügler schaden den Pflanzen lediglich durch die Zerstörungen, welche ihr Fraß anrichtet; die Nematus-Arten auf den Weiden sind hier die einzigen Gallenbildner.

Merkmale der Blattwespen.

I. Die Gallen der Nematus-Arten auf den Weidenblättern.

Die Gallenbildner unter den Blattwespen leben sämmtlich auf den Blättern der Weiden, und auf diesen Pflanzen kommen auch keine anderen Hymenopteren-Gallen vor. Die Wespen legen ihre Eier mittelst des Legebohrers ins Innere der ganz jungen Blätter, worauf die Gallen schnell sich entwickeln. Die Bildung derselben beginnt hier schon während des Eizustandes. Diese Cecidien gehören, da die Larvenkammer von Anfang an eine innere, vollständig in der Galle eingeschlossene Höhlung ist, zu den Galläpfeln (pag. 737) und bestehen aus fleischig-saftigem Parenchym, ohne Schutzschicht (pag. 766); es hängt dies damit zusammen, daß die Raupen die Gallen bald ausfressen und verlassen, darnach oft auch noch äußerlich an den Gallen und an den Blättern nagen, worauf sie zur Verpuppung (in einem pergamentartigen Cocon) und Ueberwinterung sich in die Erde begeben, sich also nicht wie die Cynipiden in der Galle verwandeln.

Weidenblattgallen der Nematus-Arten.

1. **Nematus Vallisnerii** *Hartig* erzeugt die gemeinste Weidenblattgalle an **Salix fragilis, alba, amygdalina, caprea etc.**, in der Blattmasse sitzende, auf beiden Seiten vortretende, einer kleinen Bohne ähnliche, dick fleischige, oft rothgefärbte Anschwellungen, welche oft zu mehreren auf einem Blatte und dann in einer Reihe auf jeder Blatthälfte gefunden werden. An der Stelle, wo das Ei in das Gewebe des ganz jungen Blattes eingeschoben worden ist, geht das gesammte Mesophyll in eine sehr lebhafte Vermehrung der Zellen über, woran auch die Epidermis durch tangentiale Zelltheilungen sich betheiligt. Es entsteht ein Meristem aus kleinen, plasmareichen Zellen. Das Gewebe wird hinsichtlich der Zellenform nicht gleichmäßig: da wo die Theilungen sehr lebhaft sind, werden viele enge, polyonale Zellen gebildet; an Stellen, wo die Theilung mit dem Wachsthum nicht gleichen Schritt hält, resultiren mehr gestreckte, schmale Zellenformen, deren längere Achse in radialer Richtung

N. Vallisnerii.

[1]) Vergl. Schenck, l. c. pag. 249.

liegt. Solche Stellen finden sich im Gewebe der Galle oft ohne Regel neben einander. Nach innen gegen die Larvenkammer hin werden die Zelltheilungen lebhafter, das Gewebe kleinzelliger trüber. Da keine Schutzschicht gebildet wird, so sind auch die äußeren Theile der Galle nicht gegen den Fraß des Parasiten geschützt. Aber die unzeitige Zerstörung der Galle wird hier vermieden erstens dadurch, daß die Gallenwand schon eine ansehnliche Erstarkung erreicht, bevor die Raupe aus dem Ei sich entwickelt hat, und zweitens dadurch, daß in Folge eines höchst energischen Fortganges der Zellenbildung es der Erstarkung der Gallenwand gelingt, den innen stattfindenden Fraß eine Zeit lang zu überwiegen: immer werden nach innen neue papillenförmig sich verwölbende Zellen, stellenweise ganze Gewebewülste vorgeschoben. Endlich, wenn die Entwickelung der Raupe ihrer Reife sich nähert, gewinnt der Fraß die Oberhand, die Raupe zerstört endlich das ganze Gewebe der Galle bis auf wenige peripherische Schichten, und dann findet man auch die Gallen verlassen.

N. vesicator.

2. **Nematus vesicator** *Bremi* bringt an Salix purpurea eine ebenfalls in der Blattmasse liegende, beiderseits vorstehende, aber mehr plattgedrückte, einer großen Sanbohne ähnliche, bis 1,5 Cm. breite Galle hervor, welche die ganze Breite zwischen der Mittelrippe und dem unverdickt bleibenden Blattrand einnimmt, beide von einander treibend.

N. gallarum.

3. **Nematus gallarum** *Hartig*. Die erbsengroßen oder etwas größeren kugelrunden Gallen sitzen mit schmaler Basis auf der unteren Blattseite, einzeln oder in großer Anzahl und werden ebenfalls zeitig ausgefressen. Sie finden sich an Salix purpurea, wo sie kahl sind, und an Salix caprea, cinerea und aurita, wo sie wie die Blätter behaart sind.

II. Blattwespen, deren Raupen Blätter verzehren.

Blätterfressende Blattwespenraupen.

Die Raupen zahlreicher Blattwespenarten zerfressen die Blätter mancher Pflanzen, wobei sie frei auf denselben sich aufhalten, manche innerhalb gesponnener Hüllen. Sie weiden meist die Blätter bis auf die stärkeren Rippen ab, gewöhnlich vom Rande aus bogenförmig fressend, seltener nur nagend oder skelettirend und richten durch ihre Menge oft beträchtlichen Schaden an. Sie legen, wie die übrigen pflanzenbewohnenden Hymenopteren mit wenigen Ausnahmen die Eier mittelst des sägeartigen Legebohrers unter die Epidermis der Blätter oder Triebe, an denen sie zu diesem Zwecke kleine Schnitte anbringen. Aber hier hat dies keine Gallenbildung zur Folge; es bildet sich höchstens ein gelblicher Rand um die Wunde, und die jungen Räupchen kommen bald aus den Eiern, um den Fraß zu beginnen. Die Raupen verpuppen sich in einem pergamentartigen Cocon, der an Blättern 2c., häufiger an der Erde angelegt wird. Bei den meisten werden zwei Generationen im Jahre gebildet, die zweite richtet in der Regel den stärkeren Schaden an. Die Larven der zweiten Generation überwintern. Die Raupen werden oft von Schlupfwespen zerstört.

Kiefernblattwespe.

1. **Lophyrus Pini** *L.*, die gemeine Kiefernblattwespe. Die 2—$2^1/_2$ Cm. lange, grüne, graugezeichnete, 22-beinige Raupe lebt in ganz

Europa, nur auf der Kiefer, wo sie hauptsächlich die vorjährigen Nadeln, aber meist nicht bis auf die Scheide abfrißt. Unterdrücktes junges Holz, freie Feldhölzer, Bestandränder werden anfangs vorgezogen, später dringt der Fraß ins Innere der Bestände. Vernichtung von Beständen tritt nicht ein, doch können einzelne Bäume bei Kahlfraß absterben. Das Wiederergrünen geschieht durch die normalen Knospen, liefert aber schwächliche Triebe. Meist erscheinen zwei Generationen im Sommer, doch sollen manche längere Zeit, selbst 2—3 Jahre zur Entwickelung brauchen. Bekämpfung: Sammeln der Raupen durch Anprällen der Bäume oder durch Ablesen und Abschütteln in den Schonungen, Einsammeln der Cocons im Winter unter dem Moose.[1]) — Die übrigen zahlreichen Arten Kiefernblattwespen aus der Gattung **Lophyrus** verhalten sich ebenso, schaden aber, wegen meist einsamen Vorkommens wenig, mit Ausnahme der häufigeren **L. rufus** *Fall.* und **L. pallidus** *Kl.* Auf Fichten hat man **L. hercyniae** *Hartig* und **L. polytoma** *Hartig* nadelnfressend beobachtet.

Kiefern-Gespinnstwespen.

2. **Lyda pratensis** *F.*, **L. campestris** *L.*, und **L. erythrocephala** *L.*, die Kiefern-Gespinnstwespen. Die achtbeinigen Raupen fressen ebenfalls die Nadeln der Kiefern, sowie Weymuthskiefern, leben aber dabei in einem Gespinnst, die erstere einzeln und ohne Kothansammlung, die letzteren gesellig und das Gespinnst mit braunen, walzenförmigen Kothstücken erfüllend. Sie fressen sowohl vorjährige als diesjährige Nadeln in derselben Weise wie **Lophyrus**. Wiederergrünung soll bisweilen schon im Fraßjahre eintreten und außer aus den Nebenknospen auch aus Scheidenknospen, die aus den stehen gebliebenen Nadelscheiden kommen, erfolgen. Nach wiederholtem Kahlfraße kann Absterben eintreten.[2])

Fichtenblattwespe.

3. **Lyda (Tenthredo) Abietum** *Ratzeb.*, die Fichtenblattwespe. Die Raupe frißt in einem Gespinnst an 10—20jährigen Fichten die Maitriebe kahl, besonders in den Wipfeln, was bei mehrjährigem Fraß besenförmige Verzweigung zur Folge hat.[3])

Lärchenblattwespen.

4. **Nematus Erichsonii** *Hartig*, die große Lärchenblattwespe. Die bis 2 Cm. langen, grünen, später grauen Raupen fressen im Juli und August die Nadeln der Nadelbüschel der Lärchen ab und legen die Eier unter die aufgeschlitzte Epidermis der Triebe. Die etwa 13 Mm. langen grasgrünen Raupen der kleinen Lärchenblattwespe, **N. Laricis** *Hartig*, fressen schon im Mai die Nadeln der Langtriebe der Lärche.

Birngespinnstwespe.

5. **Lyda Piri** *Schrank* (**L. clypeata** *Kl.*), die Birngespinnstwespe. Die 2 Cm. lange, schmutziggelbe, achtbeinige Raupe frißt in einem Gespinnst die Blätter des Birnbaumes und Weißdorns. Die Gespinnste müssen zerstört, der Boden um die Bäume muß umgegraben werden.

Steinobstgespinnstwespe.

6. **Lyda nemoralis** *L.*, die Steinobstgespinnstwespe. Die grauen Raupen leben wie die vorigen an Steinobstgehölzen.

Kirschblattwespen.

7. **Cladius albipes** *Kl.*, die Kirschblattwespe. Die 13 Mm. langen, dichthaarigen, 20-beinigen Raupen skelettiren Kirsch- und Himbeerblätter.

8. **Tenthredo adumbrata** *Kl.*, die schwarze Kirschblattwespe. Die 1 Cm. langen, mit schwarzem Schleim überzogenen Raupen skelettiren die

---

[1]) Vergl. Ratzeburg, Forstinsekten III, pag. 85 ff. u. Waldverderbniß, I. pag. 187.

[2]) Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß, I. pag. 183.

[3]) Vergl. Ratzeburg, l. c. pag. 254.

Blätter der Kirsch-, Pflaumen-, Schlehen-, Aprikosen- und Birnbäume. Gegenmittel: Bespritzung mit Tabaksabkochung, Kalkwasser, Seife u. dergl.

Stachelbeerblattwespen.

9. **Nematus ventricosus** *Kl.*, die gelbe Stachelbeerblattwespe. Die 1,5 Cm. langen, grünen und gelblichen, schwarzwarzigen, 20-beinigen Raupen entblättern Stachel- und Johannisbeersträucher. Die graugrünen Raupen der schwarzen Stachelbeerblattwespe, Emphytus Grossulariae *F.* sind ebenso schädlich an den Stachelbeersträuchern. Vertilgung durch Abschütteln.

Rosenblattwespen.

10. **Hylotoma Rosae** *L.*, die Rosenblattwespe. Die bläulichgrünen; gelbgefleckten, gegen 2 Cm. langen Raupen fressen die Rosen kahl. Vertilgung durch Abschütteln.

11. **Tenthredo pusilla** *Kl.*, die kleine Rosenblattwespe. Von den 7 Mm. langen, 22beinigen, hellgrünen Raupen werden die Rosenblätter röhrenförmig gerollt und zerfressen.

Lindenblattwespe.

12. **Tenthredo annulipes** *Kl.*, die Lindenblattwespe. Die 1 Cm. langen, vorn breiteren, von schmutzig hellgrünem Schleim bedeckten Raupen nagen auf der Unterseite der Lindenblätter mit Verschonung aller Adern die Blattmasse ab, die Nagestellen werden größer, fließen zusammen, das Blatt trocknet, bräunt sich und rollt oder biegt sich. Die Wespe hat zwei Generationen und schadet sowol Bäumen, wie niedrigem Holz; in einem Forste bei Leipzig wird das fast allein aus Linde bestehende Unterholz seit einer Reihe von Jahren überall durch die Raupen laubdürr. Wiederausschlag im Fraßjahre mit höchstens zweiblätterigen Trieben[1]) jedenfalls nur sehr partiell und vereinzelt.

Eschenblattwespe.

13. **Tenthredo nigerrima** *Kl.*, die Eschenblattwespe. Die $1^1/_2$ Cm. lange, grüne Raupe frißt die Blätter der Eschen bis auf die Stiele; bisweilen in Menge und dann sehr schädlich.

Birkenblattwespe.

14. **Cimbex variabilis** *Kl.*, die Birkenblattwespe. Die bis über 4 Cm. lange, lebhaft grüne Raupe frißt die Birkenblätter ab. — Ebenso schaden die $2^1/_2$ Cm. langen, grünen, schwarzgefleckten Raupen des Nematus septentrionalis *L.* auf Birken, Erlen, Haseln, Ebereschen, Pappeln &c.

Weidenblattwespe.

15. **Nematus Salicis** *L.*, die Weidenblattwespe. Die bis 3 Cm. lange, bläulichgrüne, auf den vorderen und hinteren Leibesringeln orangegelbe Raupe frißt oft in Menge auf Weiden, besonders Salix fragilis, alba, viminalis, die Blätter bis auf die Rippen und Stiele.

Rüsternblattwespe.

16. **Nematus perspicillaris** *Kl.*, die Rüsternblattwespe, auf Weiden, Pappeln, Rüstern.

Pappelnblattwespe.

17. **Cladius viminalis** *Fall.*, die Pappelnblattwespe, auf Pappeln.

Erlenblattwespe.

18. **Tenthredo ovata** *L.*, die Erlenblattwespe. Die gegen 2 Cm. langen, blaßgrünen, weiß bepuderten Raupen skelettiren die Erlenblätter.

Rübenblattwespe.

19. **Tenthredo (Athalia) spinarum** *Fabr.*, die Rübenblattwespe. Die 17 Mm. lange, graugrüne, schwärzlichgestreifte, 22-beinige Raupe frißt, besonders in der zweiten Generation (August bis October) die Blätter der angebauten Kohlarten, des Rapses, Rübsens, sowie vom Hederich, Ackersenf &c. bis auf die Rippen. Vertilgung durch Abschöpfen mittelst eines

---

[1]) Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß. II. pag. 340.

Streifsackes oder durch Eintreiben von Geflügel, Vernichtung der im Juni befallenen Unkräuter.

III. Blattwespen, deren Raupen Früchte verderben.

Von folgenden Blattwespen bohren sich die Raupen in die jungen Früchte und fallen mit den ausgefressenen unreifen Früchten, welche man an der mit einem Kothklümpchen oder einer Gummithräne verschlossenen Oeffnung erkennt, zur Erde, wo sie dieselben verlassen und in der Erde sich verpuppen.

Früchte zerstörende Blattwespen.

1. **Tenthredo (Hoplocampa) fulvicornis** *Kl.*, die Pflaumensägewespe, in Pflaumen und Zwetschen. Vertilgung durch Auflesen der abgefallenen Früchte, Umgraben des Bodens.

Pflaumensägewespe.

2. **Tenthredo (Hoplocampa) testudinea** *Kl.*, die Apfelsägewespe, in Aepfeln. Vertilgung dieselbe.

Apfelsägewespe.

IV. Blattwespen, deren Raupen im Inneren von Zweigen und Halmen leben.

Folgende Blattwespen führen ihre Eier in junge Triebe oder Halme ein, deren Mark von der abwärts fortschreitenden Raupe ausgefressen wird, wodurch die Theile absterben. Die Verpuppung und Ueberwinterung geschieht innerhalb der Fraßhöhle.

In Zweigen und Halmen lebende Blattwespen.

1. **Cephus pygmaeus** *L.*, die Getreidehalmwespe, legt im Frühjahr die Eier einzeln in die oberen Halmtheile des Getreides, die Larve gelangt die Knoten durchfressend bis in die unteren Theile des Halmes, der dann eine bleiche und taube Aehre bekommt und leicht umknickt. Die Puppe findet sich später in einem Cocon im Halme über der Wurzel. Gegenmittel: tiefes Abmähen, um die Puppen zu entfernen, Abbrennen der Stoppeln und tiefes Unterpflügen.

Getreidehalmwespe.

2. **Cephus compressus** *F.*, die Birnzweigwespe, deren Raupen in den einjährigen Trieben des Birnbaumes leben und Zweigdürre veranlassen. Die dürren Zweige, welche die Puppen enthalten, müssen zurückgeschnitten werden.

Birnzweigwespe.

3. **Nematus angusta** *Hartig*, die Weidenmarkblattwespe, veranlaßt denselben Schaden an den Weiden und muß ebenso vertilgt werden.

Weidenmarkblattwespe.

V. Holzwespen &c.

Die Holzwespen, Sirex juvencus *L.* besonders in Kiefern, S. gigas *L.* und S. spectrum *L.* mehr in Fichten, Tannen und Lärchen, einige Arten auch an Laubholz, legen ihre Eier in berindete oder nackte Stellen der Baumstämme. Die sechsbeinigen Larven bohren sich bis zu 10 Cm. tief ins Holz, in geschlängelten, allmählich breiter (bis 5 Mm.) werdenden, mit Wurmmehl verstopften Kanälen, die an gewisser Stelle in die Puppenkammer sich erweitern, aus welcher die Wespe nach 2 Jahren sich herausarbeitet und auf der Rinde ein Flugloch hinterläßt. Die Thiere gehen außer gefällten Stämmen, Bauholz u. dergl. allerdings auch stehendes

Holzwespen.

Holz, aber wahrscheinlich immer nur schon kränkelnde (vom Borkenkäfer befallene, geharzte, oder sonst verwundete) Stämme an, so daß sich nicht genau bestimmen läßt, ob und in welchem Grade sie dem Pflanzenleben schaden.

Hornissen.

Das Schälen junger Stämmchen durch **Hornissen** (Vespa crabro *L.*), welche sich dadurch das Material zum Bau ihrer Nester verschaffen, ist bereits pag. 66 erwähnt.

Ameisen.

Ueber den Schaden der **Waldameisen** vergl. pag. 71.

Neuntes Kapitel.

Schmetterlinge, Lepidoptera.

Merkmale der Schmetterlinge und ihrer Larven.

Die Schmetterlinge, d. h. die mit vier von staubähnlichen Schüppchen bedeckten Flügeln versehenen Insecten, sind allein im Larvenzustande (als Raupen) den Pflanzen schädlich. Die Schmetterlingsraupen sind durch deutlichen Kopf mit beißenden Freßwerkzeugen und durch nie unter 6 und nie über 8 Beine gekennzeichnet. Die allermeisten wirken durch ihren Fraß unmittelbar zerstörend, nur wenige sind Gallenbildner.

I. Gallenbildende Schmetterlingsraupen.

Schmetterlingsgallen.

Die meisten von Schmetterlingen herrührenden Gallen sind Anschwellungen von Stengeln oder Zweigen, seltener von Früchten, in denen die Raupe lebt. Es ist noch nicht entschieden, ob sie allgemein so entstehen, daß das Ei an den Pflanzentheil abgelegt wird, und die Raupe sich in denselben einbohrt.

An Artemisia.

1. **Cochilus hilarana** *H. Schaeff.*, erzeugt an der Basis der Stengel der **Artemisia campestris** eine lange, spindelförmige Anschwellung, in welcher die 11 Mm. lange Raupe lebt.[1])

An Scabiosa.

2. **Alucita grammodactyla** *Zell.*, legt nach **Ragonot**[2]) das Ei an die Stengel von Scabiosa suaveolens, die Raupe bringt ein, der Stengel bleibt kurz und wird zu einer erbsengroßen, eiförmigen, purpurrothen Anschwellung.

An Silene.

3. **Gelechia cauligenella** *Schmd.* Die Raupe lebt nach **Brischke**[3]) in angeschwollenen Stengelinternodien von Silene nutans.

An Salix daphnoides.

4. **Grapholitha Servillana** *Dup.* Die Raupe wurde von **Brischke** (l. c.) in der hohlen Markröhre beulenförmiger Zweigspitzen von Salix daphnoides am Ostseestrande gefunden.

An Tamarisken.

5. Auf den Tamarisken der sinaïtischen Halbinsel fand v. **Frauenfeld**[4]) folgende Gallen: Eine von der Raupe einer **Grapholitha** erzeugte erbsen-

---

[1]) Vergl. **Laboulbène** in Ann. soc. entom. 1856, pag. 33.
[2]) Ann. soc. entom. 1877. Buletin entom., pag. CXXXVII.
[3]) Entomol. Zeitg. 1876, pag. 68.
[4]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien IX. pag. 319.

bis über 25 Mm. große, unregelmäßige Anschwellung an den Zweigspitzen von Tamarix articulata. Sie besteht aus einer schwammigen Wucherung des Gewebes, in welcher das Räupchen Gänge höhlt, und sich daselbst verwandelt. Zweitens eine durch die Raupe von Gelechia sinaica verursachte, 12—13 Mm. lange, 6—8 Mm. dicke, bauchige, rissig rauhe Anschwellung der holzigen Zweige von Tamarix gallica, wobei der Holzcylinder intact, nur die Rinde ringsum aufgetrieben ist. Von mehreren anderen an diesen Pflanzen beobachteten Gallen sind die Gallenbildner unbekannt.

An Capparis.

6. An Capparis aegyptiaca knollige, harte, holzige Anschwellungen der Zweige, im Innern mit Höhlungen, die von der Raupe eines unbestimmten Schmetterlings bewohnt sind, nach v. Frauenfeld[1]).

An Polygonum.

7. Die Nüßchen von Polygonum aviculare fand v. Frauenfeld[2]) bei Ercsi an der Donau zu 9—10 Mm. langen, harten, holzigen Spindeln angeschwollen mit einer einfachen, eine Schmetterlingsraupe enthaltenden Höhlung.

II. Beschädigungen der Wurzeln.

Fraß an Wurzeln.

Es giebt Schmetterlinge, deren Raupen die Wurzeln zernagen oder aushöhlen, was ein Verwelken und Absterben der Pflanzen zur Folge hat (pag. 30).

Hopfenwurzelspinner.

Solches verüben die Raupen des Hopfenwurzelspinners (Hepialus Humuli *L.*), am Hopfen und an Rumex. Sie verpuppen sich in der Erde, der Falter schwärmt im Juni und Juli aus.

III. Beschädigungen der Blätter und Triebe durch Abfressen.

Fraß an Blättern und Trieben.

Zahlreiche Schmetterlingsraupen nähren sich von lebenden grünen Pflanzentheilen, indem sie die Blätter oder die ganzen Triebe abfressen. Diese Beschädigungen sind als Wunden in ihren Folgen schon oben (pag. 31, 50—56 und 71—73) besprochen worden. Bei der großen Anzahl dieser Pflanzenfeinde können hier nur die besonders schädlichen und namentlich die auf Culturpflanzen vorkommenden genannt werden.

A. Am Getreide und anderen Gräsern, sowie an Kräutern.

Erdraupen der Wintersaateule.

1. Von den erdfahlen, bis 4 Cm. langen Erdraupen, deren Falter Wintersaateule (Agrotis segetum) heißt, werden die Blätter und Triebe junger Getreidepflanzen und Gräser von oben abgefressen oder unten abgebissen, auch verschiedene Kräuter, besonders Raps, Rüben, Kohl, Kartoffeln, Tabak 2c. beschädigt, und zwar vom August bis October, besonders zur Nachtzeit, während am Tage die Thiere unter Erdschollen sich verbergen. Die Raupe verpuppt sich nach Ueberwinterung in der Erde. Außer dieser Art giebt es noch mehrere sehr ähnliche von gleicher Lebensweise und Schädlichkeit. Bekämpfung: Auflesen der Raupen hinter dem Pflug, Sammeln zur Nachtzeit bei Laternenschein, Festwalzen der untergebrachten Saat.

Gammaeule.

2. Die bis 4 Cm. langen, bläulichgrünen, hellgestreiften Raupen der Gammaeule oder Ypsiloneule (Plusia gamma *L.*) frißt die Blätter des

[1]) l. c. pag. 329.
[2]) l. c. XIX. pag. 936.

Getreides, von Erbsen, Bohnen, Lein, Raps, Rüben, Kohl, Kürbissen, Hanf, auch von Unkräutern, wie Hederich ꝛc. ab, besonders im Juli und August, und verpuppt sich an den Pflanzen, worauf der Falter nach 2—3 Wochen auskommt. Es sind Fälle bekannt, daß diese Raupen als Landplage auftraten, Felder und Wiesen verheerten. Gegenmittel: Absammeln der Raupen, Ziehen von Isolirgräben um die befallenen Stellen.

Erbseneule.

3. Die ca. 4 Cm. langen, lebhaft braunrothen, gelbgestreiften Raupen der Erbseneule (**Mamestra Pisi** *L.)* frißt Erbsen, Wicken, Bohnen, Klee und verschiedene Unkräuter ab. Aus der in der Erde verpuppten Raupe kommt im Frühjahr der Falter.

Flohkrauteule.

4. In der Lebensweise und in der Schädigung stimmt mit der vorigen überein die ebenso große, grüne bis braungrüne Raupe der Flohkrauteule (**Mamestra Persicariae** *L.)*, welche außer Unkräutern Spinat, Salat, Rüben, Tabak, Hanf, Georginen, Astern ꝛc. befällt.

Weißlinge an Kohl, Raps ꝛc.

5. Die allbekannten grünen oder gelbgrünen, schwarzpunktirten und gelbgestreiften Raupen der Weißlinge und zwar des großen Kohlweißlinges (**Pieris Brassicae** *L.)*, des kleinen Kohlweißlinges (**Pieris rapae** *L.)* und des Rübsaat- oder Heckenweißlinges (**Pieris napi** *L.)* fressen die Blätter der Kohlarten, des Raps, Rübsens, Rettigs bis auf die stärkeren Rippen ab. Die Thiere erscheinen in zwei oder drei Generationen im Jahre. Vertilgung: Zerstören der oft an Zäunen und Gebäuden befestigten überwinternden Puppen, Zerdrücken der Eier und jungen Raupen an den Blättern.

Gemüseeule.

6. Die graue bis olivengrüne, schwarzpunktirte und mit drei dunklen Längsstreifen gezierte Raupe der Gemüseeule (**Mamestra oleracea** *L.)* zerstört in derselben Weise wie die vorige Kohlarten, Salat, Spargel. Die in der Erde überwinternden Puppen müssen durch Umpflügen zerstört werden.

Kohleule.

7. Die 4—5 Cm. lange, gelblich graugrüne, mit dunkler Rückenlinie gezeichnete Raupe der Kohleule (**Mamestra Brassicae** *L.*), der sogen. Herzwurm, durchlöchert in Form von Gängen die aneinander liegenden Blätter von Kraut, Kohl, Blumenkohl, Runkelrüben, in deren Herz die Raupe sich aufhält. Durch Umpflügen müssen die in der Erde überwinternden Puppen vertilgt werden.

Hopfenzinsler.

8. Von der 2 Cm. langen, blaßgrünen schwarzpunktirten Springraupe des Hopfenzinslers (**Hypena rostralis** *L.)* werden die Blätter des Hopfens, der Brennesseln ꝛc, skelettirt (pag. 72). Bekämpfung: Abklopfen und Vernichten der Raupen.

Lolchspinner, Lolcheule und Graseule.

9. Wenn junge Grashalme total abgefressen werden, so veranlassen dies die bis 2,5 Cm. lange, sammetschwarze, gelblich gestreifte Raupe des Lolchspinners (**Pentophora morio** *L.*), sowie auch die bis 5 Cm. lange, glänzend braune, schwarzgegitterte Raupe der Lolcheule (**Neuronia popularis** *Fb.)* und die sehr ähnliche, aber dunklere und breitgestreifte Raupe der Graseule (**Charaeas graminis** *L.)*. Die Raupen überwintern und verpuppen sich im Juni. Aehnlichen Schaden an Gräsern bewirken noch manche andere Raupen verschiedener Arten Eulen (Hadena).

B. An Laubbäumen, insbesondere Obstgehölzen.

Goldafter an Obst- und Forstbäumen.

1. Der Goldafter (**Liparis chrysorrhoea** *L.)*, sowol ein schädliches Obstgarten- als auch Forstinsect. Die schwarzgrauen, braunbehaarten, mit rothen Längslinien und weißen Seitenflecken gezeichneten Raupen skelettiren die Blätter und überspinnen sie mit einem feinen Seidenüberzuge. Sie befallen

Pflaumen-, Birn- und Apfelbäume, Eichen, Buchen und andere Laubhölzer. Im Juli legt der schneeweiße Falter 200—300 Eier an die Unterseite der Blätter. Die Raupen überwintern in den unter sich und mit dem Zweige versponnenen und zu einem Knäuel zusammengezogenen Blättern, den sogen. großen Raupennestern; diese müssen im Winter abgeschnitten und verbrannt werden.

Baumweißling.

2. Die braunroth oder rothgelb gestreiften behaarten Raupen des **Baumweißlings** (Pontia Crataegi *L.*), welche auf Obstbäumen, auch Vogelbeeren, Schwarzdorn, Weißdorn leben, richten denselben Schaden an und haben dieselbe Lebensweise wie die vorigen. Sie überwintern in Gespinnsten, die oft nur aus einem Blatte bestehen, den sogen. kleinen Raupennestern.

Ringelspinner an Obstbäumen.

3. Von den blau, roth, gelb und weiß gestreiften Raupen des **Ringelspinners** (Gastropacha neustria *L.*), welche gesellig in starken Gespinnsten leben, werden Obstbäume, zuweilen auch Waldbäume entblättert. Die um die Aestchen geklebten Eierringel, aus denen im Frühjahre die Raupen kommen, müssen abgeschnitten, die Nester ebenfalls vertilgt werden.

Großer Fuchs an Obstbäumen 2c.

4. Ebenso verhalten sich die schwarzgrauen, mit rothgelben verzweigten Dornen besetzten Raupen des **Großen Fuchs** (Vanessa polychlorus *L.*), welche Obstbäume, Ulmen, Weiden u. dergl. entblättern.

Schwammspinner an allerlei Laubholz.

5. Dieselbe Lebensweise haben die aschgrauen, mit 3 gelblichen Längsstreifen gezeichneten und mit in zwei Reihen stehenden, borstenhaarigen, theils blau, theils roth gefärbten Knopfwarzen versehenen Raupen des **Schwammspinners** (Liparis oder Bombyx dispar *L.*), welche die verschiedensten Laubhölzer, wie Obstbäume, Rosen, Pappeln, Eichen, Buchen, Linden, Rüstern, Ahorn 2c. abweiden und selbst Nadelholz nicht verschonen. Die Eier werden zu 300—500 gelegt und mit gelblichgrauen Haaren bedeckt.

Blaukopf an Obstbäumen.

6. Die gelbgrünlichen, mit borstenhaarigen schwarzen Wärzchen besetzten, blauköpfigen Raupen des **Blaukopfes** (Episema coeruleocephala *L.*), welche sich in Gespinnsten an Bäumen verpuppen und die überwinternden Eier an den Rinden ablegen, fressen die Blätter der Obstbäume, besonders der Pflaumen, auch an Schwarz-, Weißdorn 2c.

Weidenspinner.

7. Weiden und Pappeln werden auch von den braungrauen auf dem Rücken mit einer Reihe gelber oder weißer Flecken versehenen Raupen des **Weidenspinners** (Liparis Salicis *L.*) entblättert. Die einem Schwamme ähnlichen Eiernester, aus denen schon im Herbst die später überwinternden Raupen auskommen, müssen vertilgt werden.

Processionsraupen an Eichen.

8. Durch Entlaubung der Eichen werden die besonders im westlichen Deutschland heimischen, lang behaarten, grauen, mit röthlichbraunen Warzen besetzten sogenannten **Processionsraupen** des **Processionsspinners** (Gastropacha processionea *L.*) sehr schädlich. Sie ziehen in geordneten Zügen nach anderen Bäumen weiter. Die überwinternden Eier werden an die Rinde der Eichenstämme gelegt. Die großen gemeinschaftlichen Gespinnstnester, in denen sie am Tage leben und die gemeinschaftlichen Gespinnstballen, in denen sie sich im Juli oder August verpuppen, müssen zerstört werden.

Buchenspinner.

9. Die röthlichen oder grünlichen, mit 4 bürstenartigen Haarpinseln auf den mittleren und einem rothen Pinsel auf dem letzten Ringel versehenen Raupen des **Rothschwanz** oder **Buchenspinners** (Dasychira oder Bombyx pudibunda *L.*) kommen auf verschiedenen Laubhölzern, verheerend auf der Buche vor (pag. 51 und 52), fressen anfangs nur skelettirend, später die ganzen

Blätter zerstörend und kommen zur Verpuppung und Ueberwinterung von den Bäumen herab, zu welcher Zeit sie vertilgt werden müssen.

Stachelbeerspanner.

10. Durch die oben weißen und schwarzfleckigen, unten gelben Raupen des Stachelbeerspanners (Zerene grossulariata *L.*) werden die Stachelbeersträucher entlaubt. Die Raupen überwintern an der Rinde und im abgefallenen Laub und richten besonders im Frühlinge Verheerungen an. Gegenmittel: Abklopfen der Raupen.

Johannisbeerspanner.

11. Aehnlichen Schaden stiften an den Johannisbeersträuchern die bläulichgrünen, weiß und gelb gestreiften, schwarzpunktirten Raupen des Johannisbeerspanners (Fidonia wavaria *L.*), die aber erst im Frühjahre das Ei verlassen und sich in der Erde verpuppen.

Springwurmwickler am Weinstock.

12. Die 1,3 Cm. langen, schmutziggrünen Raupen des Springwurmwicklers (Pyralis vitana oder Lozotaenia Pilleriana *Ill.*), welche die Blätter der Weinreben zusammenspinnen und verzehren, sind besonders in den Rheingegenden sehr schädlich. Sie verpuppen sich im Juni, der ausgekommene Falter legt dann wieder Eier, welche eine zweite gleich schädliche Raupengeneration liefert, die als Puppen überwintert.

Gespinnstmotte an Obstbäumen.

13. Wenn die Blätter der Obstbäume, sowie der Vogelbeeren, des Schwarzdorns 2c. durch ein dichtes weißes Gespinnst zusammengehalten und bis auf die Rippen abgefressen sind, so ist der Thäter häufig die ungefähr 2,5 Cm. lange, schmutziggelbe, mit schwarzen Rückenflecken und dunkeln Borstenwärzchen versehene Raupe der Gespinnstmotte (Hyponomeuta cognatella *Hb.*). Aus den in der Nähe der Knospen abgelegten Eiern kriechen im Frühjahre die Raupen aus. Die Gespinnste müssen vernichtet werden.

Grüner Eichenwickler.

14. Die $1^1/_2$ Cm. langen, dunkelgrünen, schwarzköpfigen Raupen des grünen Eichenwicklers (Tortrix viridana *L.*) fressen im Frühjahr die jungen Blätter und Blüten der Eichen und können sogar erwachsene Bäume kahl fressen (pag. 52). Sie verpuppen sich im Juni am Baume oder an der Erde, die Motte legt an den Knospen die Eier, aus denen im nächsten Frühjahr die Räupchen erscheinen.

C. An Nadelbäumen.

Nonne an Kiefer und Fichte.

1. Die Nonne (Liparis oder Bombyx Monacha *L.*), eins der schädlichsten Forstinsecten. Die stark behaarten, röthlichgrauen, mit dunkler, einen länglichen hellen Flecken einschließender Rückenbinde versehenen Raupen fressen die Nadeln der Kiefer und Fichte ab, greifen aber auch Laubhölzer an, wo sie an solche gelangen. Die Eier werden in traubenförmigen Gruppen unter die Rinde gelegt und überwintern. Die ausgekommenen Räupchen sitzen zuerst familienweise an der Rinde und begeben sich dann nach dem Laube. An den hochstämmigen Bäumen geht daher der Fraß von unten nach oben, am Unterholz, welches von den herabgefallenen Raupen befallen wird, von oben nach unten, und endigt mit mehr oder minder vollständiger Entlaubung (vergl. pag. 52—56.) Die Verpuppung geschieht im Juli unten an den Stämmen, worauf die weißen Schmetterlinge erscheinen. Die Nonne meidet die höheren Gebirgslagen und die nördlichsten Gegenden Deutschlands. Ihr Fraß zeigt sich über einzelne Reviere oder Bestände verbreitet und hat an diesen gewöhnlich eine dreijährige Dauer, wenn nicht inzwischen neue Schwärme aus anderen Gegenden eintreffen, in welchem Falle der Fraß länger dauert. Im dritten Fraßjahre ist die Menge der Raupen unbeschreiblich groß und die Verwüstung oft entsetzlich. Aber sie werden dann durch Vögel, die ihnen nachstellen, und ganz besonders durch Epizootien, die unter ihnen ausbrechen,

namentlich durch die in ihnen lebenden Larven der Tachinen und Ichneumonen und wahrscheinlich auch durch parasitische Pilze decimirt. Es hat zwei große Nonnenfraßperioden gegeben: in den Jahren 1835—41, in Thüringen ꝛc. und in den Jahren 1852—55 in Preußen, Schlesien, Polen, Rußland. Bekämpfung: Eiersammeln während des Herbstes und Winters und Töden der jungen Räupchen an den Stämmen durch Arbeiter, welche in einer Linie formirt die Bestände durchgehen, sowie Einsammeln der Raupen.

Kiefernspinner.

2. Der Kiefernspinner oder Spinner (**Gastropacha** oder **Bombyx Pini** *L.)*, sehr schädlich in den Kiefernforsten. Die aschgrauen, braungefleckten, vorn mit zwei stahlblauen Nackeneinschnitten gezeichneten Raupen entnadeln die Kiefern (pag. 53). Sie fressen bis Eintritt des Frostes, überwintern unter Moos u. dergl., fressen im nächsten April weiter, wodurch sie am schädlichsten werden und verpuppen sich Ende Juni in einem wattenartigen Gespinnst zwischen den Spitzen der Zweige. Der im Juli erscheinende Falter mit grauen, mit brauner Querbinde gezierten Vorderflügeln legt die Eier an Stämme und Aestchen. Vertilgung: Sammeln der Raupen im Winterlager, Abklopfen der Raupen durch Anprällen, Ziehen von Isolirungsgräben um die angesteckten Orte und von Fanggräben durch die Reviere, in außerordentlichen Fällen Abbrennen des raupenfräßigen Ortes. Ichneumonen und Tachinen sind wirksame Feinde.

Kiefernprocessionsspinner.

3. Die Raupen des Kiefernprocessionsspinners (**Gastropacha** oder **Bombyx pinivora** *Tr.*), denen der **G. processionea** ähnlich, aber nur auf Kiefern lebend, bringen Entnadelung hervor, besonders an mittelwüchsigem Holze. Sie fressen vom Juni an, immer in schmalen Zügen weiter wandernd, und gehen zur Verpuppung und Ueberwinterung in die Erde.

Kiefernspanner.

4. Die grünen, mit gelben und weißlichen Längsstreifen gezeichneten Raupen des Kiefern- oder Fichtenspanners (**Geometra piniaria** *L.*), auf der Kiefer, selten auf der Fichte, fressen namentlich in Stangenhölzern vom Juli an an den schon erstarkten dies- und vorjährigen Nadeln, wodurch sie auf der Fläche der Nadel eine beschabte, später oft harzende Spalte erzeugen, was ein Gelbfleckigwerden oder vollständige Bräunung und Abfallen der Nadelzweiglein und somit bisweilen Entlaubung zur Folge hat (pag 51—55). Die Raupen gehen zur Verpuppung und Ueberwinterung an die Erde unter Moos und müssen dann durch Eintreiben von Schweinen vertilgt werden.

Lärchenwickler.

5. Der Lärchenwickler (**Tortrix pinicolana**), seit 1856 in der Schweiz, wo die Raupen die Lärchen theilweise kahlfressen, was sich von Ferne an einem Röthen der Wipfel kenntlich macht. Gewöhnlich tritt Wiederbelaubung in demselben Jahre ein.

Fichtennestwickler.

6. Die kleinen Räupchen des Fichtennestwicklers (**Tortrix** oder **Coccyx hercyniana** *Usl.)* und anderer ähnlicher Arten verspinnen an den Fichten und Tannen, besonders am jüngeren Holze, mehrere Nadeln zu einem kleinen, mit Kothstückchen durchwebten Nestchen und fressen dieselben aus, verletzen auch wohl den Trieb. Im Spätherbst lassen sie sich zur Verpuppung und Ueberwinterung zur Erde nieder.

IV. Aushöhlung der Blätter.

Blattminirer.

Es giebt zahlreiche kleine Schmetterlinge, deren Räupchen sich ins Innere der Blätter einbohren und indem sie die Epidermis beider Blattseiten unversehrt lassen, das Mesophyll aufzehren. Die ausgefressenen

Höhlungen sind nur mit Koth erfüllt. Diese **Minir-Raupen** fressen entweder nach allen Richtungen, wodurch das Blatt an gewissen Stellen oder total sackförmig ausgehöhlt wird, oder sie fressen immer nur vorwärts sich bewegend Minengänge von der Breite ihres Körpers. Diese verlaufen meist in regellos gewundenen, oft sich durchkreuzenden Linien durch das ganze Blatt, seltener in einer bestimmten Bahn, z. B. in einer sich allmählich erweiternden Schneckenlinie um den Eintrittspunkt. Die Raupe verläßt zuletzt das Blatt um sich zu verpuppen. Wenn ein großer Theil des Blattes ausminirt ist, so kommt dies einer völligen Aufzehrung desselben gleich (pag. 73).

An Obstbäumen.

1. **Lyonetia Clerckella** *L.*, die häufigste Minirraupe in den Blättern des Kern- und Steinobstes.

An Eichen, Buchen, Weiden.

2. Zahlreiche Arten von Lithocolletis miniren in Eichenblättern, andere in den Blättern der Buchen und der Weiden.

Lärchenmotte.

3. Die kleinen Räupchen der **Lärchenmotte** (**Tinea laricinella** *Bech.*) miniren die Nadeln der Lärche vollständig hohl, so daß die Epidermis als bleiches, leeres und zusammenschrumpfendes Röhrchen zurückbleibt, und bewirken dadurch eine vollständige Nadelverderbniß, besonders an 15- bis 30jährigen Bäumen (pag. 52). Die Entwickelung der Motte ist zweijährig.[1] Im Mai werden die Eier an die Nadeln gelegt. Die Raupen bohren sich in die erwachsenen Nadeln ein und verlassen in einem selbstverfertigten Köcher steckend dieselben im September, überwintern an den Aesten und Rinden und kriechen im Frühjahr schon in die noch kaum halb hervorgekommenen Nadeln. Dann verpuppen sie sich in einem neuen Gehäuse, und die Motte fliegt im Mai oder Juni.

Am Kaffeebaum.

4. Auf den Blättern des Kaffeebaumes werden durch die Minirraupe eines kleinen Falters (**Cemiostoma coffeellum**) kranke Flecken erzeugt, die in Caracas **Mancha di hierro** (Rostflecken) genannt werden.[2]

V. Zerstörung von Knospen und Trieben durch Fraß im Inneren derselben.

Fraß in Knospen und Trieben.

Derartige Beschädigungen richten Schmetterlingsraupen vorzüglich an Bäumen, seltener an Gräsern an.

Hirsezinsler.

1. Die 2 Cm. lange, graubraune Raupe des **Hirsezinslers** (**Botys cerealis** *L.*) frißt im Inneren der Halme der Hirse und des Mais, wodurch diese gelb werden und an den Knoten umknicken. Die Raupe dringt bis gegen die Wurzel vor, wo sie sich verpuppt. Im Juli des nächsten Jahres erscheint der Falter und setzt seine Eier an die Halme ab. Gegenmittel: Stürzen und Abbrennen der Stoppel.

Frostspanner an Obstbäumen.

2. Die ungefähr 1,5 Cm. langen, gelblichgrünen sogen. **Obstspannerraupen** des **kleinen Frostspanners** (**Acidalia brumata** *L.*) bohren sich im Frühjahre beim Aufbrechen der Knospen der Obstbäume und vieler Laubhölzer in diese ein und fressen sie aus, so daß Blätter und Blüten nicht zur Entwickelung kommen, verzehren später auch Blätter, so daß die Bäume entlaubt werden. Mitte Juni lassen sich die Raupen herab um sich in der Erde

---

[1] Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß, II. pag. 59 ff.

[2] Vergl. Ernst in Bot. Zeitg. 1876, pag. 37.

zu verpuppen. Der Falter fliegt erst im November oder December, das Weibchen erklimmt dann die Bäume und legt die Eier an die Knospe, wo dieselben überwintern. Dieselbe Lebensweise hat der große Frostspanner (Fidonia defoliaria *L.*). Gegenmittel: Verhinderung des Eierablegens durch Anlegen von Theerringen oder Ringen mit Brumataleim am Stamme in der Höhe von 1 Meter; Umgraben der Erde um die Bäume im Spätsommer.

Forleule.

3. Die grün- und weißgestreifte Raupe der Forl- oder Kieferneule (Noctua piniperda *Esp.*) befällt besonders Stangenhölzer der Kiefer und bohrt sich in die noch weichen Maitriebe ein, die dann herabhängen und braun werden; später frißt sie auch die Nadeln tief aus der Scheide heraus und kann Kahlfraß bewirken; sie bedeckt im schlimmsten Falle die Stämme so dicht, daß diese wie grün angestrichen aussehen (vergl. pag. 34, 40, Fig. 7, pag. 52—55). Die Raupen fressen vom April bis Juli, gehen dann zur Verpuppung und Ueberwinterung in die Erde, wo sie durch Sammeln und Eintreiben von Schweinen vertilgt werden müssen.

Wickler an Kiefern und Tannen.

4. An Kiefern sind außerdem drei Wickler schädlich: erstens die ca. 7 Mm. langen Räupchen des Kieferntriebwicklers (Tortrix oder Coccyx Buoliana *F.*), welche meist an 10- bis 15jährigen Kiefern in die Endknospe über dem obersten Knospenquirl feine Löchelchen bohren, worauf der hervorkommende Frühjahrstrieb an der angestochenen Stelle sich Sförmig oder posthornförmig krümmt, am Knie etwas verdickt ist und oft viele Scheidentriebe bildet; zweitens der Kiefernknospenwickler (Tortrix turionana *L.*), dessen Räupchen ebenfalls die Endknospe über dem Quirl befallen, diese aber ganz ausfressen, so daß sie nicht austreibt; drittens der Harzgallenwickler (Tortrix resinana) dessen Raupe unter dem Knospenquirl frißt, eine Verdickung des Zweiges und daselbst einen Harzausfluß veranlaßt, der im zweiten Jahre die Größe einer kleinen Pflaume (Harzgalle) erreicht, worauf der darüberstehende Endtrieb vertrocknet. Der kleine Schmetterling setzt seine Eier an die Knospen ab, in welche die auskommenden Räupchen vor dem Winter eindringen. — In ähnlicher Weise frißt die Raupe des Tannenknospenwicklers (Tortrix nigricans) die Knospen der Weißtannen hohl. Desgleichen zerstört die Tannenmotte (Tinea abietella) den Gipfeltrieb der Tanne und Fichte indem sie in der Gipfelknospe und auch wol darunter frißt, sodaß die Knospen oder jungen Triebe absterben.

VI. Fraß in der Rinde und im Holz der Bäume.

Fraß in der Rinde und im Holze.

Die Raupen einiger Schmetterlinge bohren in der Rinde oder im Holze der Stämme und Zweige Gänge, welche mehr oder weniger mit Koth gefüllt sind, beziehendlich Harz austreten lassen und das Absterben der umliegenden Rinde zur Folge haben, was das Vertrocknen des Stammes über der Fraßstelle, wenn diese den Stamm umkreist, nach sich ziehen kann (pag. 69—70).

Kiefernmotte.

1. Die Raupe der Kiefernmotte (Tinea sylvestrella *Ratzeb.*) verursacht durch ihren Fraß an den Astquirlen der Kiefern junger bis haubarer Bestände einen als Räude, Krebs oder Brand bezeichneten Krankheitszustand (pag. 69 u. 79).

Fichtenrindenwickler.

2. Die Raupen des Fichtenrindenwicklers (Tortrix oder Grapholitha dorsana *Hb.*) bohren sich am liebsten an den Quirlen junger Fichten und

Tannen zwischen den Aesten in der Rinde ein, was Absterben und Rothwerden des Wipfels über der Wunde zur Folge haben kann (pag. 70. u. 79).

Lärchenrindenwickler.

2. Die Raupe des **Lärchenrindenwicklers** (Tortrix Zebeana *Ratzeb.)* frißt in den Astachseln der Zweige und Wipfel der Lärchen, besonders jüngerer Stämmchen, in Rinde und Holz und bewirkt Ausfluß von Harz, welches mit Koth und Wurmmehl zusammen daselbst sich zu einer Harzbeule ansammelt, wobei zugleich eine gallenartige Anschwellung der Rinde und des Holzes an dieser Stelle entsteht und im Holze, vermehrte und vergrößerte Harzkanäle sowie auch in der Rinde weite Harzlücken sich bilden (pag. 79). Umgiebt eine solche Stelle mehr als die halbe Peripherie, so stirbt der Zweig darüber ab.[1]) Soll nur im östlichen Deutschland und Ungarn vorkommen, wurde von mir auch im Erzgebirge gefunden.

Obstrindenwickler.

4. Die Raupen des **Obstrindenwicklers** (Grapholitha Woeberiana *F.)* bohrt Gänge im Splint der Pflaumen-, Aprikosen-, Pfirsich- und Mandelbäume und verpuppt sich in denselben. An diesen Stellen zeigt sich äußerlich Bohrmehl, Absterben der Rinde, Gummifluß und Krebsbildung. Die Eier werden an der Rinde abgesetzt. Gegenmittel: Lehmanstrich der Stämme.

Johannis- und Himbeerglasflügler.

5. Wenn an Johannisbeer- und Stachelbeersträuchern mit Wurmmehl verklebte Bohrlöcher sich finden, so ist der Thäter die in der Markhöhle lebende und daselbst überwinternde Raupe des **Johannnisbeerglasflüglers** (Sesia tipuliformis *L.)*. Ebenso lebt die Raupe des **Himbeerglasflüglers** (Sesia hylaeiformis *Lsp.)* im Wurzelstock der Himbeer- und Brombeersträucher, in deren Stengeln sie emporsteigt. Die befallenen Schosse müssen abgeschnitten werden.

Weidenbohrer.

6. Die 8—10 Cm. lange Raupe des **Weidenbohrers** (Cossus ligniperda *L.)*, bohrt in allen Richtungen durch das Holz bis zu fingerdicke, nach außen mündende Löcher in den Stämmen und stärkeren Aesten der Weiden, sowie anderer Laubbäume und auch der Obstbäume. Sie verpuppt sich im Inneren des Stammes; der im Juni erscheinende Falter legt die Eier in Rindenrisse ab. Gegenmittel: Verstreichen der Bohrlöcher mit Lehm oder Baumwachs; Fällen der stark inficirten Bäume. — In gleicher Weise beschädigt die kleinere Raupe des **Blausieb** oder **Roßkastanienspinners** (Cossus Aesculi *L.)* besonders jüngere Stämme von allerhand Laubhölzern und Obstbäumen.

VII. Zerstörung der Blüten und besonders der Früchte oder Samen.

Zerstörung von Früchten und Samen.

Derartige Schäden verursachen Schmetterlingsraupen sowol an verschiedenen Halmfrüchten und Kräutern, als auch an Obstgehölzen.

Queckeneule am Getreide.

1. Die ungefähr 3 Cm. lange, braungraue, mit 3 weißlichen Längslinien gezeichnete Raupe der **Queckeneule** (Hadena basileana), die in der Regel von Gräsern sich nährt, frißt in der Jugend bisweilen die jungen Körner des Getreides zwischen den Spelzen aus, wird auch mit eingeerntet und verläßt nach Ueberwinterung die Scheune, um sich in der Erde zu verpuppen. Gegenmittel: sofortiger Ausdrusch des Getreides.

An Juncus squarrosus.

2. Die Raupe der Coleophora caespitiella *Zell.*, lebt in einem 5—6 Mm. langen, weißen, walzenförmigen Gespinnstsack, welcher auf den Kapseln von

[1]) Vergl. **Ratzeburg**, Waldverderbniß II. pag 68 ff. Taf. 40.

Juncus squarrosus sitzt, deren Samen die Raupe ausfrißt. Im Norden, desgl. auf dem Erzgebirge.

3. Wenn man beim Oeffnen der grünen Hülsen der Erbsen die Samen angefressen sieht, so finden sich darin als Thäter die ungefähr 6—7 Mm. langen bleichgrünen Räupchen des rehfarbenen Erbsenwicklers (Grapholitha nebritana *Treitschke*), oder die etwas größeren orangegelben Räupchen des mondfleckigen Erbsenwicklers (Grapholitha dorsana *F.*). Die Raupe verpuppt sich in der Erde, der im Frühjahre sich entwickelnde Falter legt die Eier an die junge Hülse ab. Vertilgung durch Umpflügen nach der Ernte.

Erbsenwickler.

4. Die bis 13 Mm. langen, gelbgrünen, längsstreifigen Raupen des Rapszinslers oder Rübsaatpfeifers (Botys margaritalis *Hb.*), verspinnen die Schoten des Raps und anderer Cruciferen durch Fäden untereinander, durchlöchern sie und verzehren die Samen. Vertilgung durch Absuchen der Raupen.

Rapszinsler.

5. Die 1,5 Cm. langen olivengrünen, gelbgestreiften Raupen der Kümmelschabe (Depressaria nervosa *Haw.*) umspinnen die Blüten und jungen Früchte des Kümmels, der Möhren und anderer Umbelliferen und verzehren diese Theile. Zum Zwecke der Verpuppung nagen sie sich im oberen Theile des Stengels eine Höhlung.

Kümmelschabe

6. Im Innern der Kapseln des Flachs werden die Samen verzehrt durch die 6—7 Mm. langen Räupchen des Flachsknotenwicklers (Conchylis epiliniana *Zeller*), welche sich auch daselbst verpuppen. Der im Sommer erscheinende Falter legt die Eier in die Blüten spät entwickelter Leinpflanzen; diese zweite Generation überwintert in den Kapseln im Puppenzustande.

Flachsknotenwickler.

7. Wenn Aepfel und Birnen runde, mit Raupenkoth erfüllte Löcher zeigen und abfallen, so enthalten sie die röthlichweißen, mit rothbraunem Kopfe versehenen sogenannten Obstmaden, welche später die Frucht verlassen, an der Erde oder an der Rinde überwintern und sich verpuppen und im Frühjahr den Apfelwickler (Carpocapsa pomonella *L.*) liefern, welcher die Eier an die jungen Früchte absetzt. Bekämpfung: Verstreichen der Rindenritzen im Mai mit Lehm oder Kalk, Sammeln und Entfernen des wurmstichigen Fallobstes.

Obstmaden de[s] Apfelwicklers.

8. In derselben Weise wie die vorige beschädigt die Raupe des Pflaumenwicklers (Grapholitha nigricana *F.*), die Pflaumen. Lebensweise und Bekämpfung die gleiche.

Pflaumenwickle[r]

9. Die bis 1,3 Cm. lange, braungrüne, schwarzköpfige Raupe des Traubenwicklers (Cochylis ambiguella *Hb.*) ist einer der schlimmsten Feinde des Weinstockes. Die Raupen der ersten Generation (Heuwurm) spinnen die Rebenblüten durch Fäden zusammen und fressen sie ab. Der im Juli erscheinende Falter legt seine Eier an die Traubenstiele und Beeren. Die Raupen der zweiten Generation (Sauerwurm oder Traubenmade) bohren sich in die Früchte ein, um die Kerne zu verzehren und greifen eine Beere nach der andern an, wodurch diese bei nasser Witterung leicht in Fäulniß übergehen. Die Raupen verlassen die Trauben um an Pfählen u. dgl. sich zu verpuppen; der Falter erscheint im Frühjahre.

Traubenwickler

10. In den reifen Schoten von Mimosa in Alexandrien lebt nach v. Frauenfeld[1]) eine Schmetterlingsraupe, welche die Samen ausfrißt.

An Mimosa.

---

[1]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien V. pag. 151.

Zehntes Kapitel.

Käfer, Coleoptera.

Merkmale der Käfer und ihrer Larven.

Die Käfer schaden den Pflanzen meist wegen der Zerstörungen, die sie durch ihren Fraß anrichten, und zwar verüben das nicht bloß die Käferlarven, welche deutlichen Kopf mit paarigen, beißendeu Mundtheilen und sechs Beine haben oder (die in Pflanzentheilen verborgen lebenden) beinlos sind, sondern bei vielen auch die vollkommenen Käfer. Verhältnißmäßig wenige Coleopteren sind Gallenbildner.

I. Gallenbildende Käfer.

Käfergallen.

Die Käfergallen entstehen durch Einlegen der Eier in das innere Gewebe des Pflanzentheiles und sind daher Anschwellungen mit einer vollkommen geschlossenen inneren Larvenkammer. Nur von folgenden Rüsselkäfern sind solche bekannt.

Am Wurzelhals vom Kohl, Raps, Rübsen rc.

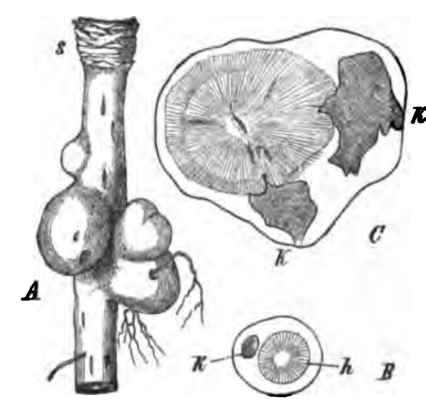


Fig. 149.

Wurzelgallen des Kohlgallenrüsselkäfers (Ceutorhynchus sulcicollis) am Wurzelhals des Raps. A eine mit Gallen besetzte Stelle; s Basis des Stengels mit den Narben der Wurzelblätter. B Durchschnitt durch den Wurzelhals einer jungen Rapspflanze mit dem Anfang der Gallenbildung, die sich als Anschwellung der Rinde um die Höhle k darstellt, in welche das Ei gelegt worden ist. C Durchschnitt durch einen erwachsenen Rapsstengel mit zwei jetzt ziemlich hohl gefressenen Gallen kk, unter denen auch eine Hypertrophie des Holzkörpers durch stärkeres Dickewachsthum deutlich ist. Wenig vergrößert.

1. Der Kohlgallenrüsselkäfer (Ceuthorhynchus sulcicollis *Gyl.*). Die bis 6,5 Mm. lange, fußlose Larve lebt in Gallen am Wurzelhalse aller Arten von Brassica, wie Raps, Rübsen, Kohl, Blumenkohl, Steckrüben, sowie der Arten von Raphanus. Die Gallen sind ungefähr halbkugelige Beulen, welche den Durchmesser des Wurzelhalses erreichen oder übertreffen, bei den rübenbildenden Arten eine schiefe, einseitig verdickte Form der Rübe bedingen und einzeln oder in Mehrzahl an einer Pflanze vorkommen (Fig. 149). Sie entstehen durch eine Hypertrophie der Wurzelrinde. Der Käfer bohrt dieselbe mit seinem Rüssel nahe unter der Wurzelblattrosette an und schiebt dann ein Ei in das Gewebe. In der Folge, jedoch wie es mir geschienen hat, nicht eher, als bis die Larve aus dem Ei sich entwickelt hat, tritt eine lebhafte Zelltheilung in dem parenchymatischen Gewebe ringsum den Parasiten ein, wodurch eine Verdickung dieser Stelle der Wurzel bewirkt wird, welche

immer mehr zunimmt. Jede Galle ist ganz aus vermehrtem Rindeparenchym gebildet und enthält im Centrum einen runden, von der Larve eingenommenen Hohlraum. Das gesammte Parenchym der Galle zeigt Zelltheilungen in allen Richtungen. Dies erstreckt sich auch bis in das Cambium. Die Folge ist, daß auch der Holzcylinder an dieser Stelle einseitig merklich stärker in die Dicke wächst, ohne daß sonst in seiner Structur eine Abnormität zu bemerken wäre (Fig. 149 C). Rings um die Larvenkammer ist die Zelltheilung des Rindeparenchyms am lebhaftesten; es liegt hier eine Zone kleinzelligen meristematischen Parenchyms. Dadurch wird der Gewebeverlust, den die von innen her fressende Larve bewirkt, zum Theil wieder ersetzt; späterhin überholt aber das größer werdende Thier diesen Proceß, es frißt die Galle ziemlich ganz hohl und bahnt sich endlich einen lochförmigen Ausgang, um sich in der Erde zu verpuppen. Dies geschieht zur Zeit der Ernte, und zwar kurz vorher oder erst nachher an den stehen gebliebenen Strünken. Diejenigen, deren Eier in den Winterraps gelegt worden sind, überwintern in diesem als Larve; die in die Sommerfrucht gelegten Eier entwickeln sich in demselben Sommer. Auf das Wachsthum der oberirdischen Theile haben die Gallen keinen großen Einfluß; letztere sind selbst an gut entwickeltem Raps sehr häufig; der Käfer ist daher weniger schädlich als die nicht gallenbildenden übrigen rapsbewohnenden Käfer.

Der Baridius Lepidii *Müll.*, den Heeger[1]) als Veranlasser eben solcher Gallen an Kohlarten und anderen Cruciferen bezeichnet, ist vielleicht nur ein zufälliger Bewohner der Gallen, wenn er wie seine anderen Gattungsgenossen in den Stengeln der genannten Pflanzen frißt.

An Thlaspi u. Sinapis.

2. Ceuthorhynchus contractus *Marsh.* bildet ähnliche Gallen an Thlaspi perfoliatum und Sinapis arvensis.

An Berteroa.

3. Eine ganz ähnliche erbsengroße Anschwellung wird am Wurzelhalse von Berteroa incana durch die Larve von Gymnetron Alyssi *Haimh.* erzeugt, die sich in der Erde verpuppt, nach v. Heimhoffen[2]).

An Draba.

4. Ceuthorhynchus Drabae bildet nach Laboulbène[3]) eine Anschwellung über der Wurzelblattrosette von Draba verna.

An Senebiera nilotica.

5. Am Grunde der Blattrosette von Senebiera nilotica fand v. Frauenfeld[4]) erbsengroße Anschwellungen mit einer Käferlarve.

An Silene.

6. Sibynes gallicolus *Gir.* Die Larve lebt nach Giraud[5]) in Stengeln von Silene otites, der daselbst 4 bis 5 mal dicker wird und eine ringsumgehende, glatte Anschwellung bildet, welche die Larve später verläßt um in der Erde sich zu verpuppen.

An Linaria.

7. Gymnetron Linariae *Pnz.* erzeugt an den Wurzeln von Linaria vulgaris kleine kugelige Auswüchse.[6])

An Coronilla.

8. Eine ähnliche Käfergalle findet sich an der Wurzel von Coronilla scorpioides.[7])

---

[1]) Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1855, pag. 28.

[2]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien V. pag. 525.

[3]) Ann. soc. entom. 1856. Bull. entom. LXXXV.

[4]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien V. pag. 151.

[5]) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien XI. pag. 491. Taf. XVII. Fig. 7.

[6]) Vergl. v. Frauenfeld, l. c. XI., pag. 162 u. XIII., pag. 1223.

[7]) Vergl. v. Frauenfeld, l. c. XII. pag. 1176.

Am Stengel von Plantago.

9. Mecinus collaris *Grm.* erzeugt eine 10—18 Mm. lange spindelförmige Verdickung des Stengels von Plantago maritima und major unterhalb oder innerhalb der Aehre, als eine hohle, blasige Auftreibung mitten im Stengel.[1])

Am Stengel von Trifolium.

10. Eine Käferlarve lebt nach v. Frauenfeld[2]) auf Trifolium pratense in einer karminrothen, fleischigen Anschwellung des Stengels und der Achselknospe, welche von dem Nebenblatte umhüllt ist.

An Blüten von Veronica und Linaria.

11. Die Larve von Gymnetron villosulus *Schl.* erzeugt eine blasige Anschwellung der Kapsel von Veronica anagallis, wobei die Corolle normal abfällt, während Gymnetron noctis *Hbst.* auf Linaria genistifolia eine Blütenanschwellung erzeugt, welche vom unteren Theile der geschlossen bleibenden und nicht abfallenden Corolle und dem ebenfalls angeschwollenen Kelch gebildet wird.[3])

An Früchten von Campanula und Phyteuma.

12. Gymnetron Campanulae *L.* Je 3—4 Käferlarven leben in bis haselnußgroßen Auftreibungen der Früchte von Campanula Trachelium und von Phyteuma.[4])

An Blüten von Vicia etc.

13. Käferlarven aus der Gattung Apion kommen nach v. Frauenfeld[5]) in geschlossen bleibenden Blüten von Vicia, Trifolium, Malva, Rumex vor.

II. Beschädigungen der Wurzeln und anderer unterirdischer Theile.

Fraß an Wurzeln.

Die Larven mancher Käfer benagen Wurzeln und andere unterirdische Theile oder durchbeißen sie oder fressen sie so vollständig auf, daß die Pflanzen sich leicht ausziehen lassen und die pag. 30 bezeichneten nach dem Verlust der Wurzeln überhaupt eintretenden Folgen sich einstellen. Zu diesen Käfern gehören namentlich folgende:

Engerlinge

1. Die Engerlinge, d. s. die allbekannten durch ihr massenhaftes Auftreten sehr schädlichen Larven des Maikäfers (Melolontha vulgaris *L.*), denen beinahe alle unsere Pflanzen zum Opfer fallen, nicht bloß die landwirthschaftlichen und Gartenpflanzen, indem vom Getreide, Salat, Rüben ꝛc. die Wurzeln abgefressen und Kartoffeln, Rüben, Zwiebeln angenagt werden, sondern auch junge Holzpflanzen in den Baumschulen und in den Forstculturen, wo sowohl Laub- als Nadelholz angegriffen wird. Mit Gras bestandene Stellen sehen vergelbt oder wie verbrannt aus. Die Maikäfer legen ihre Eier in die Erde, 12—30 beisammen; im zweiten Sommer zerstreuen sich die Larven in der Erde fortwandernd nach allen Seiten, und im dritten oder vierten Sommer wird ihr Fraß an den Wurzeln bemerklich. Im vierten Sommer sind sie ausgewachsen und verpuppen sich im Herbst oder nächsten Frühjahr, worauf (also aller 4 Jahre) der Käfer erscheint, der dann Laub frißt (s. unten). Die Vertilgung muß geschehen 1. durch Einsammeln der Käfer durch Arbeiter und Kinder, was gleich beim Auskommen der ersten Maikäfer zu beginnen und womöglich 6 bis 8 mal zu wiederholen ist, indem man die jungen Gehölze, in den Forsten die 4- bis 6jährigen Schonungen ablesen, die schüttelbaren (besonders freistehenden und an Bestandrändern

[1]) Vergl. v. Frauenfeld, l. c. XII. pag. 1176.

[2]) l. c. pag. 1177.

[3]) Vergl. v. Frauenfeld, l. c. XI., pag. 162 u. XIII., pag. 1223.

[4]) l. c. XIII., pag. 1229.

[5]) l. c. V., pag. 17.

stehenden) Bäume durch kurze Erschütterung schütteln oder anprällen, die Aeste größerer Bäume mit Stangen oder Haken anschlagen oder erschüttern läßt, 2. durch Ausgraben der Engerlinge an den Plätzen, wo diese durch das Absterben der Pflanzen ihre Anwesenheit eben anzuzeigen beginnen.

Auch die Larven anderer mit dem Maikäfer nächstverwandten Laubkäfer zerstören die Pflanzenwurzeln, wie **Melolontha Hippocastani** *F.*, der Walker (**M. Fullo** *L.)*, die Brachkäfer (**Rhizotrogus solstitialis** *L.)* 2c.

Drahtwurm.

2. Der Drahtwurm, d. i. die bis $1^1/_2$ Cm. lange, glänzend gelbbraune Larve des Saatschnellkäfers (**Agriotes lineatus** *L.* oder **Elater segetis** *Gyl.)*, frißt ebenfalls die Wurzeln, besonders junger Pflanzen und greift mit Vorliebe Getreide, doch auch Rüben, Kartoffeln 2c. an, während die Käfer als solche keinen Schaden machen. Dasselbe gilt von den Larven einiger anderer Schnellkäfer, die von den Drahtwürmern kaum zu unterscheiden sind. Gegenmittel: Walzen der Saaten, Ausziehen der welken Pflanzen mit den Wurzeln, an denen die Larven sitzen.

Mohnwurzelrüßler.

3. Der Mohnwurzelrüßler (**Coeliodes fuliginosus** *Marsh.)* nagt als 4—5 Mm. lange, beinlose, weiße, braunköpfige Larve an den Wurzeln des Mohns, der in Folge dessen abstirbt.

Mooskopfkäfer an Runkelrüben.

4. Der Mooskopfkäfer (**Atomaria linearis** *Steph.)* und seine Larve fressen die Keime der gesäeten Runkelrüben oder die Wurzeln und Stengelchen unter den Cotyledonen ab.

Kleewurzelkäfer.

5. Der Kleewurzelkäfer (**Hylesinus Trifolii** *Müll.)* lebt als 1,5 Mm. große, beinlose, weißliche, braunköpfige Larve im Innern der Pfahlwurzel des Klees, wo dieselbe sich verpuppt und als Puppe überwintert. Die Kleestöcke sterben ab. Der Käfer lebt auf dem Klee und legt seine Eier in den Wurzelstock.

III. Fraß im Inneren von Kräuterstengeln.

Fraß in Stengeln.

Die Eier der betreffenden Käfer werden in die jungen Stengel gelegt, die Larven verzehren das Mark derselben, wodurch die Pflanzen in verschiedener Weise erkranken. Hier wären besonders folgende Käfer zu nennen.

Baridius-Arten im Raps.

1. Der Raps-Mauszahnrüßler (**Baridius chloris** *F.)*. Die bis über 6 Mm. langen, fußlosen Larven fressen in den Stengeln des Rapses von einer Zweigachsel aus bis in die Strünke herab das Mark aus. Die Eier werden vielleicht sowohl vor, als nach dem Winter in die Blattachseln der Wintersaat gelegt. In Folge des Fraßes krümmt sich oft der Stengel unregelmäßig und schwillt abnorm an. Die Pflanzen entwickeln sich zwar, werden aber zeitiger gelb und nothreif, brechen auch leicht um. Die Larven verpuppen sich in den stehenbleibenden Rapsstrünken, die daher ausgerauft und verbrannt werden müssen.

Andere Arten, wie **Baridius picinus** *Germ.* und **B. cuprirostris** *F.* beschädigen in gleicher Weise den Kopf- und Blumenkohl; gegen sie ist dasselbe Verfahren anzuwenden.

Raps-Erdfloh.

2. Der Raps-Erdfloh (**Psylliodes chrysocephala** *L.)* zerstört als 2—6 Mm. lange, sechsbeinige, weißliche Larve in ähnlicher Weise das Mark des Rapses und Rübsens von unten an, aber schon an den jungen Pflanzen im zeitigen Frühjahr, in Folge dessen die Blätter gelb werden, die Blütentrauben vertrocknen oder die Stengel zwar aufwachsen, aber leicht umknicken

und keine normalen Samen bringen. Die Larven verlassen durch Löcher an den Aesten den Stengel und gehen zur Verpuppung in die Erde, worauf im Mai der Käfer erscheint, der wie andere Erdflöhe (s. unten) die Rapsblätter durchlöchert.

Lixus pollinosus in Onopordon.

3. Die Larve von Lixus pollinosus *Grm.* frißt Gänge im Marke von Onopordon acanthium, verpuppt sich und überwintert daselbst.[1])

IV. Beschädigungen der Zweige der Holzpflanzen.

Fraß an Zweigen der Bäume.

Manche Käfer beschädigen die jungen Zweige der Holzpflanzen dadurch, daß sie oder ihre Larven die Markröhre ausfressen oder daß sie auswendig die Zweige anstechen oder die Rinde von ihnen abnagen, was gewöhnlich Absterben der Zweige zur Folge hat.

A. Durch Fraß in der Markröhre schaden:

Kiefernmarkkäfer.

1. Der große und der kleine Kiefernmarkkäfer (**Hylesinus piniperda** *L.* und **H. minor** *Hartig).* Die bis 4,5 Mm. langen braunen Käfer brüten in stehenden oder geschlagenen Kiefernstämmen ähnlich wie Borkenkäfer, der erstere Lothgänge machend, an deren Enden ein Loch im Splinte die Wiege der Puppe darstellt, der letztere zweiarmige Wagegänge anlegend und mehr in der Rinde sich verpuppend. Nach vollendeter Brut (Ende Juli) bohren sich die Käfer besonders an Randbäumen in die 1- bis 3jährigen Triebe der Kiefer und fressen deren Markröhre aus, wodurch die pag. 34, 43 und 70 erwähnten schädlichen Folgen eintreten. Anfang Winters bohren sie sich über der Wurzel durch die Rinde bis in den Splint ein um zu überwintern. Vertilgung mittelst Fangbäumen (s. unten Borkenkäfer).

Haseln-Bockkäfer.

2. Der Haseln-Bockkäfer (**Cerambyx linearis** *L.).* Der im Mai und Juni fliegende Käfer legt seine Eier an die jungen Triebe der Haseln, an denen dann die 2 Jahre lang fressende Larve die pag. 34 bezeichneten Beschädigungen anrichtet.

Zweigabstecher an Obstbäumen.

3. Der Zweigabstecher (**Rhynchites conicus** *Illig.)* legt die Eier in die jungen, noch weichen Triebe der meisten Obstbäume, deren Mark die Larve verzehrt, in Folge dessen die Triebe umbrechen und abfallen. Die Larve geht zur Verpuppung in die Erde. Der Käfer selbst bohrt an Blüten, Blättern und Fruchtansätzen. Bekämpfung: Sammeln und Zerstören der abgebissenen Zweige, Vertilgung der Käfer durch Anprällen und Abschütteln.

B. Durch Anstechen oder Benagen der Triebe schaden:

Großer brauner Rüsselkäfer an Kiefern.

1. Der große braune Rüsselkäfer (**Curculio Pini** *L.).* Die Eier werden in Stöcke und Wurzeln gefällter Kiefern und Fichten gelegt, die fußlose Larve bohrt sich durch die Rinde in den Splint und steigt der Länge der Wurzeln nach abwärts; der Käfer erscheint im Juli oder August des nächsten Jahres, überwintert an der Erde und beginnt erst im folgenden Jahre als 8—13 Mm. langer Käfer seinen schädlichen Fraß an Nadelhölzern, besonders Kiefern, in der oben pag. 34 und 43 bezeichneten Weise. Bekämpfung: Roden der Stöcke und Wurzeln, Sammeln der Käfer in Fanggräben oder Fanglöchern oder mittelst Fangbündeln (frische Reisigbündel) oder mit der Bastseite gegen die Erde gelegte Rinden (Fangrinden).

[1]) Vergl. v. Frauenfeld, l. c. **XIII.**, pag. 1229.

2. Der große schwarze Rüsselkäfer (Otiorhynchus oder Curculio ater *Hbst.).* Die Larve nagt an den Fichten- und Lärchenwurzeln, der ca. 9 Mm. lange Käfer frißt an jungen Nadelholzpflanzen die Rinde dicht über der Wurzel.

Großer schwarzer Rüsselkäfer an Fichten und Lärchen.

3. Der Fichtenbastkäfer (Hylesinus cunicularius *Kn.).* Die Larve lebt in Fichtenstöcken, der 5—6 Mm. lange Käfer schadet an jungen Fichtenpflänzchen wie der vorige.

Fichtenbastkäfer.

4. Der kleine braune Rüsselkäfer (Pissodes oder Curculio notatus *Gyl.),* 6,5 Mm. lang, in der Lebensweise abweichend, insofern als die Eier in den unteren Quirlen junger Kiefern oder in die Zapfen gelegt werden, worin die Larven unter der Rinde Gänge fressen, in denen sie sich verpuppen. Die Pflanzen gehen dadurch unter Röthlichwerden der Nadeln ein. Von den Zapfen wird bisweilen $^1/_4$—$^1/_3$ der Ernte verdorben. Der Käfer fliegt meist im Herbst und überwintert am Grunde der Stämme eingebohrt.

Kleiner brauner Rüsselkäfer an Kiefern.

5. Der bestäubte Rüsselkäfer Curculio incanus *L.)* nagt an den Trieben der jungen Birken die Rinde so weit ab, daß diese eingehen.

Bestäubter Rüsselkäfer an Birken.

6. Der Eichenweichkäfer (Cantharis obscura *L.)* beschädigt die jungen Triebe der Eiche, auf die pag. 35 bezeichnete Art.

Eichenweichkäfer.

V. Holzkäfer.

Mit diesem Namen sollen hier diejenigen Käfer bezeichnet werden, welche ihre Eier an die Rinde der Stämme der Holzpflanzen legen, deren Larven aber sich in das Holz einbohren, um dasselbe Gänge fressend zu durchwühlen und sich in den Gängen zu verpuppen. — Vergl. auch im nächsten Absatze die eigentlichen Borkenkäfer.

Fraß im Holze.

1. Die Erlenrüsselkäfer (Curculio lapathi *L.*), an 2- bis 4jährigen und noch älteren (bis 20jährigen) Loden sowie an Stämmen und Aesten junger Erlen, Birken, Weiden und Pappeln. Das Holz wird unregelmäßig von den Gängen durchzogen, an der Oberfläche befindet sich eine Oeffnung, an welcher braunes Wurmmehl hängt. Die Puppe überwintert meist in den Gängen. Die durchwühlten Zweige werden dürr (pag. 34), am Boden bilden sich neue Ausschläge. Die befallenen Pflanzen sind abzutreiben.

Erlenrüsselkäfer.

2. Der Eichenbockkäfer (Cerambyx heros *F.*), $4^1/_2$ Cm. groß. Die Larve durchfrißt das Eichenholz nach allen Richtungen in fingerdicken Gängen.

Eichenbockkäfer.

3. Der große Pappelnbockkäfer (Cerambyx oder Saperda Carcharias *L.*), an Stämmen der Pappeln und Zitterpappeln, die nicht über 20 Jahre alt sind; die 3—4 Cm. lange, ca. 8 Mm. dicke Larve durchwühlt das Holz bis auf deu Kern mit Gängen so stark, daß die Stämme leicht umbrechen. Zu den Gängen führt dicht über der Erde ein großes Loch, vor welchem Holzspähnchen liegen. Die Käfer kommen nach 2 Jahren zum Vorschein.

Pappelnbockkäfer.

4. Der Ahornbockkäfer (Cerambyx dilatatus *Ratzeb.).* Die Larve macht in den erwachsenen Ahornstämmen von einer durchhöhlten Rindestelle aus in der Rinde einen Gang aufwärts, welcher dann ins Holz schief aufwärts führt, bis 1 Cm. dick ist und zuletzt einen Haken bildend in die Wiege übergeht, die nach unten gekehrt ist. Die Bohrlöcher verwallen allmählich, sind aber bei reichlichem Auftreten für den Wipfel tödtlich.[1])

Ahornbockkäfer.

[1]) Vergl. Ratzeburg, Waldverderbniß II, pag. 299.

VI. Borkenkäfer.

Borkenkäfer. Ihre Bekämpfung.

Ueber die Lebensweise und die Angriffe der Borkenkäfer sowie über den Einfluß ihres Fraßes auf die Bäume ist auf das pag. 66—69 Gesagte zu verweisen. Ebendaselbst sind sie auch unterschieden worden in solche, welche in der Rinde und im Cambium leben und die schädlichsten sind, und in solche, welche mehr oder weniger tief ins Holz bohren und erst dort die Gänge für die Brut anlegen. Um den Borkenkäferfraß zu verhüten, ist alles geschlagene Holz, sowie namentlich Wind- und Schneebrüche aus dem Walde zu entfernen. Die Vertilgung der Käfer geschieht durch frühes Schlagen und Wegräumen der Wurmbäume oder wenn letztere in zu großen Massen vorhanden sind, wenigstens durch Schälen derselben, sowie durch Werfen von Fangbäumen, in welche die Käfer in Menge einziehen. Die wichtigsten Arten sind folgende:

A. Unter der Rinde lebende Borkenkäfer.

An Fichten.

1. Der große Fichtenborkenkäfer (Bostrichus typographus *L.)*, 4,5—5,5 Mm. lang in den Fichten, durch Lothgänge (Fig. 9) ausgezeichnet. Er ist einer der schädlichsten; schon 1783 wurden im Harz durch ihn über 2 Millionen Stämme von der Wurmtrockniß (pag. 68) ergriffen; auch in den anderen deutschen Gebirgen ist er bekannt und hat mehrfach in großem Maßstabe Schaden angerichtet.

2. Der kleine Fichtenborkenkäfer (Bostrichus chalcographus *L.)*, 2—2,5 Mm. lang, in den Fichten, durch Sterngänge (Fig. 9) ausgezeichnet, meist mit dem vorigen zusammen.

An Kiefern.

3. Der große Kiefernborkenkäfer (Bostrichus stenographus *Duft.)*, 6,5—7,5 Mm. lang, macht in der Kiefer Lothgänge.

4. Der kleine Kiefernborkenkäfer (Bostrichus bidens *F.)*, 2—2,5 Mm. lang, macht in den Kiefern Sterngänge, sowol am alten wie jungen Holze.

An Lärchen.

5. Der Lärchenborkenkäfer (Bostrichus Laricis *F.)*, 3,5—4,5 Mm. lang, macht etwas geschlängelte Lothgänge, nicht blos in Lärchen, sondern in allen Nadelhölzern und sowol in alten wie jungen Pflanzen.

An Tannen.

6. Der Tannenborkenkäfer (Bostrichus curvidens *Germ.)*, 1,5—2 Mm. lang, in den Weißtannen, wo er doppelarmige Wagegänge (pag. 67) macht, sehr schädlich.

An der Eiche.

7. An der Eiche ist Eccoptogaster intricatus *Koch*, 3—4,5 Mm. lang, im Astholze und in jungen Stämmen, und noch mehr der Prachtkäfer (Buprestis viridis *Germ.)*, welcher im Baste geschlängelte Gänge macht und die Wiege in einer kleinen Splinthöhle anlegt, schädlich.

An der Buche.

8. In der Buche lebt außer der ebengenannten Buprestis häufig Bostrichus bicolor, ersterer in jungen, letzterer an alten Stämmen.

An der Birke.

9. Der Birke schadet der 4,5—6,5 lange Eccoptogaster destructor *Oliv.*, welcher Lothgänge macht.

An der Rüster.

10. In der Rüster hausen Eccoptogaster Scolytus *Hbst.*, 4,5—5,5 Mm. lang, und E. multistriatus, halb so groß, in Wäldern und besonders in Parks und Alleen, beide mit Lothgängen (pag. 68—69, Fig. 10).

An der Esche.

11. Die Esche wird befallen von dem 3,5 Mm. großen Hylesinus Fraxini *F.* und dem größeren H. crenatus, beide mit Wagegängen.

12. In der Linde lebt Bostrichus Tiliae *Gyl.* in doppelarmigen Wagegängen. An der Linde.

13. In allen unseren Obstbäumen schaden Eccoptogaster Pruni *Rtz.*, 3,5—4,5 Mm. lang, und E. rugulosus *Koch*, 2—2,5 Mm. lang, beide mit Lothgängen. An Obstbäumen.

B. Im Holze lebende Borkenkäfer.

1. Der Nutzholzborkenkäfer (Bostrichus lineatus *Gyl.*) macht im Holze aller Nadelhölzer Leitergänge (pag. 67), allerdings vorzugsweise am gefällten Holze, ist aber auch an lebenden, besonders jüngeren Stämmen sehr schädlich. In Nadelhölzern.

2. Der Eichenholzborkenkäfer (Bostrichus monographus *F.*), 2,5 bis 3,5 Mm. lang, macht in der Eiche ähnliche Gänge wie der vorige, meist von dem ähnlichem B. dryographus begleitet. In der Eiche.

4. Der ungleiche Borkenkäfer (Bostrichus dispar *Helw.*), 3 Mm. lang, lebt in ähnlicher Weise wie die vorigen in verschiedenen Laubhölzern und besonders in Obstbäumen. In Obstbäumen.

VII. Zerstörung der Blätter.

Von den zahlreichen Käfern, welche als Larven oder als vollkommene Insecten die Blätter der Pflanzen aufzehren, benagen oder durchlöchern (vergl. pag. 50—56, 71—73), sind folgende die wichtigsten: Blattfresser.

1. Der Maikäfer, welcher im Frühjahr als Käfer das junge Laub der Birken, Buchen, Eichen, Pappeln, Weiden, Obstbäume u. s. w. verzehrt und bei zahlreichem Erscheinen Bäume kahl frißt (s. pag. 798). Maikäfer.

2. Die Blattkäfer (Chrysomela), von denen über 130 europäische Arten auf Laubhölzern vorkommen. Sie fliegen im Frühjahr und legen ihre Eier an die Blätter, wo die gestreckten, sechsbeinigen, warzigen Larven im Sommer ihren Fraß beginnen; im Herbst verpuppen sie sich, seltner an den Blättern, meist in der Erde, wo sie überwintern. Ihr Fraß ist dadurch ausgezeichnet, daß er auf der Blattfläche beginnt und durch Zerstörung der grünen Blattmasse mit Ausnahme der Rippen und Adern die Blätter vollständig, oft auf das feinste skelettirt. Sie finden sich vorzüglich auf Gesträuchen, an Ausschlägen und jungen Pflanzen, sind daher in Saaten und Pflanzungen sehr schädlich, besonders Ch. Tremulae *F.* auf Zitterpappeln, Ch. Populi *L.* auf Pappeln, Ch. Alni *F.* auf Erlen, Ch. Capreae *F.* auf Weiden. Vertilgung durch Abklopfen der Käfer in ausgespannte Fangschirme. Blattkäfer.

3. Der Kartoffelkäfer oder Coloradokäfer (Chrysomela oder Doryphora decemlineata), 1 Cm. lang, mit elf schwarzen Längsstreifen auf den lichtgelben Flügeldecken, hat drei Generationen im Sommer und ist im nordamerikanischen Felsengebirge auf Solanum rostratum einheimisch, ist aber auch auf die Kartoffel übergegangen und hat sich auf dieser seit 1859 über den größten Theil der Vereinigten Staaten verbreitet, wo er die großartigsten Verwüstungen anrichtet; doch hat sich die Befürchtung, daß er in Europa festen Fuß fassen wird, bisher nicht bestätigt. Coloradokäfer auf Kartoffeln.

4. Die Erdflöhe (Haltica), den Blattkäfern ähnlich und auch in der Lebensweise ihnen gleich, aber durch ihre Springfähigkeit ausgezeichnet. Es giebt gegen 150 europäische Arten, welche vorzüglich den krautartigen Pflanzen, besonders den Cruciferen, wie Raps, Rübsen, Kohl und verwandten Gemüse- Erdflöhe.

arten, bisweilen auch jungen Eichen schaden. Die länglichen, sechsfüßigen Larven leben theils frei auf den Blättern, theils (wie **Haltica nemorum** auf Kohl und anderen Cruciferen) in die Blattsubstanz geschlängelte Gänge minirend, theils im Innern der Stengel. Die gefräßigen Käfer durchlöchern die Blätter, so daß junge Pflanzen ganz zu Grunde gehen können. Je mehr es gelingt, die Pflanzen zu schneller kräftiger Entwickelung zu bringen, desto eher entwachsen sie den Angriffen. Vertilgung durch Abschöpfen der Käfer, Auslegen oder Durchziehen von mit Theer bestrichenen Brettchen durch die Beete, Besprengen mit Wermuthabkochung oder Tabaksaufguß.

Spanische Fliege.

5. Die spanische Fliege (Lytta versicatoria *F.)*. Der 1—2 Cm. große, smaragdgrüne Käfer entwickelt sich in der Erde, erscheint im Juni auf verschiedenen Laubhölzern, besonders jungen Eschen, welche er kahl frißt.

Rebenfallkäfer.

6. Der Rebenfallkäfer (Eumolpus vitis *F.)*, 4,5—5,6 Mm. lang, schwarz, mit rothbraunen Flügeldecken, schabt die Blätter streifenförmig ab und durchlöchert sie; muß durch Abschöpfen gefangen werden.

Rebenstecher.

7. Der Rebenstecher (Rhynchites betuleti *F.)*, ein 5,5—6,5 Mm. langer, glänzend blauer oder goldgrüner Rüsselkäfer, welcher im Mai und Juni auf Birken, später auf dem Weinstock die zarten Theile zerfrißt. Er wickelt dann die Blätter cigarrenähnlich zusammen, bohrt mit dem Rüssel ein Loch hindurch und legt ein Ei ins Innere; dort entwickelt sich die Larve, welche später die ausgefressene Rolle verläßt, um in der Erde sich zu verpuppen und zu überwintern. Der Käfer hat am Rhein zu manchen Zeiten den größten Theil der Weinernte vernichtet. Gegenmittel: Absammeln drr Käfer, Vernichten der Blattrollen.

Rüsselkäfer an Bäumen.

8. Mehrere andere grüne, metallisch schimmernde, kleine Rüsselkäfer, welche in der Erde sich entwickeln, durchlöchern oft ansehnlich die Blätter verschiedener Holzpflanzen, wie Curculio oder **Phyllobius argentatus** *L.* die der Buchen, Birken 2c., Curculio oder **Metallites** mollis *Germ.* und **M. atomarius** *Oliv.* die Nadeln und jungen Triebe der Fichten und Lärchen.

Graurüßler an Ackerbohnen 2c.

9. Der Graurüßler (Sitona lineata *L.)*, ein 4,5 Mm. langer, grauer Rüsselkäfer, welcher die jungen Blätter der Ackerbohnen, Erbsen und des Klees am Rande zerfrißt, so daß sie wie gekerbt aussehen. Vertilgung durch Abschöpfen.

Hohlrüßler an Runkelrüben.

10. Der Hohlrüßler (Cleonus sulcirostris *L.)*, ein 13 Mm. langer, grauer Rüsselkäfer, welcher die Blätter der Runkelrüben durchlöchert und befrißt.

Getreidehähnchen.

11. Die Getreidehähnchen (Crioceris cyanella *L.* und **C. melanopa** *L.)*, 4,5 Mm. große, blaugrüne Käfer, welche gleich ihren sechsfüßigen Larven die Oberhaut der Blätter der Gräser und des Getreides in langen Streifen abschaben, so daß diese gelbe Stellen bekommen.

Spargelhähnchen.

12. Das Spargelhähnchen (Crioceris Asparagi *L.)*, 5,5 Mm. groß, braungrün, mit rothem Halsschild, frißt gleichwie seine Larve die Blätter des Spargels. Die rothgelbe, schwarzpunktirte Crioceris 12-punctata *L.* ebendaselbst.

Lilienhähnchen.

13. Das Lilienhähnchen (Crioceris merdigera *L.)*, 7—8 Mm. lang, schwarz, mit scharlachrothem Halsschild und Flügeldecken, frißt auf Lilien und verwandten Pflanzen.

Aaskäfer an Runkelrüben.

14. Der schwarze Aaskäfer (Silpha atrata *L.)*, dessen 9—13 Mm. langen, sechsfüßigen Larven an jungen Runkelrüben die Blätter abfressen und in der Erde sich verpuppen.

15. Der neblige Schildkäfer (Cassida nebulosa *L.*), die 7 Mm. lange, grüne, sechsfüßige Larve durchlöchert und zerstört endlich vollständig die Blätter von Chenopodium und der Runkelrüben. Sie verpuppt sich an den Pflanzen; der Käfer erscheint in zwei Generationen. Bekämpfung durch Sammeln der Larven und Revidiren der Chenopodium-Arten.

Schildkäfer an Runkelrüben rc.

16. Der Filzkugelkäfer (Epilachna globosa *Ill.*), ein 3—4 Mm. langer, halbkugelrunder, rostrother, meist schwarz gefleckter Käfer, der gleich seiner ovalen, gelblichweißen, schwarzpunktirten Larve die Blätter der Kleearten und der Luzerne bis auf die Blattstiele und Stengel frißt. Vertilgung durch Abschöpfen.

Filzkugelkäfer an Klee und Luzerne.

VIII. Aushöhlung der Blätter.

Die Larven einiger Käfer miniren in den Blättern gleich anderen Insecten, d. h. sie machen in der Blattmasse, indem sie das Mesophyll verzehren und die beiden Oberhäute unversehrt lassen, Höhlen oder Gänge (pag. 73).

Blattminirer.

Hierher gehört die Rüsselkäfergattung der Minirkäfer (Orchestes), die als Käfer überwintern und im Frühjahr die Eier in die Blätter legen. Es giebt 34 europäische Arten auf verschiedenen Pflanzen, z. B. Orchestes Fagi an Rothbuchen, O. Quercus an Eichen, O. Ulmi an Rüstern, O. Alni an Erlen, O. Populi an Weiden und Pappeln, O. Lonicerae an Lonicera xylosteum etc.

IX. Zerstörung von Knospen und Blüten.

Folgende Käfer, welche an den Knospen und Blüten fressen und meist auch ihre Eier in dieselben legen, die dann von den Larven ausgefressen werden, vereiteln das Ausschlagen der Knospen und die Blütenbildung.

Zerstörung von Knospen und Blüten.

1. Der Nascher (Otiorhynchus Ligustici *L.*), ein 9—12 Mm. langer, schwarzer, graubeschuppter Rüsselkäfer, welcher die Knospen der Weinreben abfrißt. Vertilgung durch Absammeln.

Am Weinstock.

2. Andere kleinere Arten Rüsselkäfer, wie Otiorhynchus raucus *F.*, O. picipes *F.*, richten ähnlichen Schaden am Wein und an den Obstbäumen an.

3. Der lange Blattnager (Phyllobius oblongus *L.*), ein 4,5—5 Mm. langer, brauner Rüsselkäfer, welcher Knospen und junge Blätter der Obstbäume, besonders in den Baumschulen anfrißt. Vertilgung durch Abklopfen der Käfer.

An Obstbäumen.

4. Der Gartenlaubkäfer (Phyllopertha horticola *L.*), 9 Mm. lang, bläulichgrün, mit röthlichbraunen Flügeldecken, zerstört Blüten, junge Früchte und Blätter der Apfel- und Birnbäume, sowie der Rosen. Muß abgeklopft werden.

An Apfel- und Birnbäumen und Rosen.

5. Der Blütenstecher oder Brenner (Anthonomus pomorum *L.*). Die fußlose, schwarzköpfige Larve frißt die Blütenknospen der Apfelbäume aus, die dadurch unentfaltet bleiben und wie versengt aussehen. Sie verpuppt sich daselbst, und anfangs Juni erscheint der 4,5 Mm. lange Rüsselkäfer, welcher überwintert und im Frühjahr je ein Ei in eine Knospe legt. Den gleichen Schaden richtet an der Birnenrüsselkäfer (A. pyri *Koll.*) an den Birnen und der Himbeerblütenstecher (A. rubi *Herbst*) an den Himbeer-

Blütenstecher am Obst.

und Brombeerblüten. Bekämpfung: Vernichtung der verdorbenen Blüten, Abklopfen der Käfer vor dem Eierlegen.

Rapsglanzkäfer.

6. Der Rapsglanzkäfer (Meligethes oder Nititula aenea *F.*), 2—2,5 Mm. lang, länglichrund, glänzend metallischgrün bis bläulich, verzehrt die Blüten des Rapses und anderer Cruciferen. Die sechsfüßige Larve lebt ebenfalls in den Blütenknospen und in den jungen Schoten. Sie verpuppt sich flach unter der Erde; der Käfer überwintert und legt im Frühjahre die Eier in die Blütenknospen. Dieser dem Raps sehr verderbliche Schädling muß frühzeitig und wiederholt durch Abklopfen in einen Leinwandsack vertilgt werden.

Samenstecher am Klee.

7. Die Samenstecher (Apion). Mehrere Arten dieser Rüsselkäfer leben als kleine, fußlose Larven in den Blüten des Klee's, welche in Folge dessen taub bleiben.

Ackerlaubkäfer an Getreideähren.

8. Die Ackerlaubkäfer (Anisoplia), 9—13 Mm. große, glänzend dunkelgrüne Käfer, die in der Erde sich entwickeln und von denen mehrere Arten im Mai und Juni die Aehren des Getreides bis auf die Spindel abfressen. Vertilgung durch Absammeln.

X. Zerstörung von Früchten und Samen.

Zerstörung von Früchten und Samen.

Wenn Käfer ihre Eier in junge Früchte und Samen legen, so daß die Larven darin sich entwickeln, so hat das eine Verderbniß dieser Theile oder eine erhebliche Verletzung der Samen zur Folge. Dies gilt besonders von den hier genannten Käfern.

Apfelstecher.

1. Der Apfelstecher (Rhynchites Bacchus *L.*), ein 6 Mm. langer, kupfer- oder grünrother Rüsselkäfer, legt im Frühjahr je ein Ei in die jungen Aepfel und Birnen, in denen die fußlose, gerunzelte Larve sich entwickelt und die dann unreif abfallen. Die Verpuppung und Ueberwinterung geschieht in der Erde. Die abgefallenen Früchte sind zu vertilgen.

Pflaumenbohrer.

2. Der Pflaumenbohrer (Rhynchites cupreus *L.*), ein 4,5 Mm. langer, dem vorigen ähnlicher und in der Lebensweise gleicher Rüsselkäfer, der dieselben Beschädigungen wie jener an den Pflaumen, Kirschen und Vogelbeeren anrichtet und ebenso zu vertilgen ist.

Himbeerkäfer.

3. Der Himbeerkäfer (Byturus fumatus *L.*). Die 4,5 Mm. lange, sechsfüßige, dunkelgelbe Larve dieses schwarzbraunen, mit keulenförmigen Fühlern versehenen Käfers verzehrt die Himbeeren und Brombeeren. Gegenmittel: Abklopfen des Käfers.

Haselnußbohrer.

4. Der Haselnußbohrer (Balaninus nucum *L.*), ein 7—8 Mm. langer schwarzer Rüsselkäfer. der seine Eier in die jungen Haselnüsse ablegt, in denen die fußlose Larve sich entwickelt und die dann verdorben werden.

Samenkäfer.

5. Die Samenkäfer (Bruchus). Die zahlreichen Arten legen ihre Eier in die jungen Samen der Früchte. Die Larve frißt einen Theil des Samens aus und verpuppt sich darin; aus dem reifen Samen schlüpft der Käfer aus, indem er ein kreisrundes Loch macht, von welchem die Samenschale als runder Deckel abgehoben wird. Viele kommen an Hülsenfrüchten vor, wie der Erbsenkäfer (Bruchus Pisi *L.*) in den Erbsen, der Bohnenkäfer (B. rufimanus *Schönh.*) in Ackerbohnen und Gartenbohnen, der Linsenkäfer (B. Lentis *L.*) in den Linsen, der gemeine Samenkäfer (B. granarius *L.*) in Ackerbohnen, Wicken rc. Man muß durch rechtzeitige Ernte den Samenausfall möglichst zu vermeiden suchen und die Käfer durch Erwärm.n der

Samen auf 60° C. tödten, wodurch die Keimfähigkeit noch nicht vernichtet wird (pag. 173). In wieweit die angegangenen Samen ihre Entwickelungsfähigkeit einbüßen, hängt davon ab, welche Theile des Embryo zerstört sind (vergl. pag. 27). — Auch die Samen tropischer Pflanzen werden von Samenkäfern beschädigt, wie Mimosen, Acacien, Kakaobohnen, Cocosnüsse ꝛc.

6. Der Rapsverborgenrüßler (Ceuthorhynchus assimilis *Germ.*), ein 3, 5 Mm. großer Rüsselkäfer, welcher seine Eier in die jungen Samen der Schoten des Rapses legt, wodurch diese zeitig gelb werden und meist keine Samen bringen. Die darin lebende fußlose Larve geht später, indem sie die kranke Schote durchbohrt, zur Verpuppung in die Erde.

Rapsverborgenrüßler.

7. Der weißfleckige Verborgenrüßler (Ceuthorhynchus macula alba *Hbst.*), dem vorigen ähnlich und von gleicher Lebensweise, beschädigt in ähnlicher Weise die Mohnköpfe.

Verborgenrüßler in Mohnköpfen.

Elftes Kapitel.

Die schädlichen Wirbelthiere.

Unter den Vögeln schaden den Pflanzen der Sperling (Fringilla domestica und montana) durch Abfressen der jungen Saaten und Verzehren der Körner der Getreideähren und anderer Feld- und Gartenpflanzen, ebenso der Fink (Fringilla coelebs und montifringilla) durch Abbeißen der Cotyledonen an jungen Nadel- und Laubholzsaaten, ferner der Fichten- und Kiefernkreuzschnabel (Loxia curvirostra und pityopsittacus), weil er die Nadelholzzapfen öffnet und die Samen ausfrißt, endlich das Auerhuhn (Tetrao urogallus) durch Abbeißen der Knospen von Kiefern, Fichten und Buchen, besonders in Pflanzungen und Saaten.

Schädliche Vögel.

Das Rothwild, Dammwild und Elchwild ist in den Forsten sehr schädlich, und zwar am jungen Holze durch Verbeißen der Knospen und Triebe fast aller Holzarten (pag. 33—42), wogegen nur Umzäunung der Schonungen hilft, und an den Stämmen durch Schälen der Rinde und durch Fegen und Schlagen (pag. 63—65, 79, 110, 121).

Roth-, Damm- und Elchwild.

Das Reh schadet durch Verbeißen (pag. 33—42), besonders den Eichen, Ulmen, Eschen, Ahornen ꝛc., sowie Kiefern und Tannen.

Reh.

Die Hasen, sowie die Kaninchen verbeißen junge Gehölze und nagen die Rinde von den Stämmen, besonders auch der Obstbäume ab (pag. 65, 113). Bäume, die an Straßen und anderen nicht umzäunten Orten stehen, können durch Umgeben des Stammes mit Dornreisig geschützt werden.

Hasen und Kaninchen.

Der Biber vermag schenkeldicke Stämme (besonders Weiden), die er zu seinen Bauen bedarf, zu fällen, indem er sie von allen Seiten bis zur Mitte durchnagt.

Biber.

Die Wasserratte unterminirt vom Wasser aus den Boden nach

Wasserratte.

allen Seiten, um die Pflanzenwurzeln, namentlich die der Gehölze, zu erreichen, welche sie zerstört und an denen sie bis armstarke Wurzeln abfrißt. Man vertilgt sie durch Auslegen von Gift, Aufstellen von Fischreusen vor den Uferlöchern oder von Maulwurfseisen in den Gängen.

Mäuse. Unter den Mäusen schadet die Feldmaus durch Abfressen der Wurzeln an allerlei Garten- und Feldfrüchten, sowie in den Baumschulen und in den Saaten der Obst- und Waldbäume, und wird durch ihr massenhaftes Erscheinen zur Landplage. In den Forsten sind die verschiedenen Arten der Waldmäuse durch Nagen an den jungen Stämmen schädlich (pag. 65, 113). Die ringsum benagten Stämme muß man abschneiden, um neuen Ausschlag zu erzielen. Die Vertilgung der Mäuse geschieht, außer durch ihre natürlichen Feinde nnd durch Näſſe und Kälte, durch Giftlegen (in Arsenikösung eingequollener Weizen). Von den Schonungen lassen sich die Mäuse abhalten durch Auslegen von Reisig (Hainbuchen, Haseln, Weiden), welches sie dann statt der stehenden Stämme abnagen.

Eichhörnchen. Die Eichhörnchen schaden erstens, weil sie Fichten- und Kiefernzapfen fressen, zweitens weil sie an Buchen- und Eichenkeimpflanzen die Cotyledonen verzehren, drittens weil sie der Knospen wegen den Wipfel junger Fichten und Tannen abbeißen, und viertens weil sie in den Kronen junger Kiefern und Lärchen Entrindung hervorbringen (pag. 66).



Register.

